



Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства
Российской Федерации
Федеральное агентство по управлению государственным имуществом



Открытое акционерное общество
"Научно-исследовательский центр "Строительство"
(ОАО "НИЦ "Строительство")

Центральный научно-исследовательский институт строительных конструкций
имени В.А. Кучеренко (ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко)
109428, Москва, 2-я Институтская ул. 6, тел.: (499) 170-1548; факс: (499) 171-2250

E-mail: inf@cstroy.ru, Интернет: www.cstroy.ru



УТВЕРЖДАЮ
Директор
ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко
доктор технических наук

И.И. Ведяков

2014 г.

Научно-технический отчет

по теме:

«Провести экспериментальное исследование сейсмостойкости ненесущих стен (перегородок), армированных базальтовой строительной сеткой торговой марки ООО "REXTROM-K" с выдачей заключения о возможности применения базальтовой сетки для армирования ненесущих стен (перегородок), возводимых из кирпича и газобетонных блоков в районах с сейсмичностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»

Руководитель ЦИСС ЦНИИСК

К.Т.Н.

В.И. Смирнов

Москва, 2014 г.

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель работы:

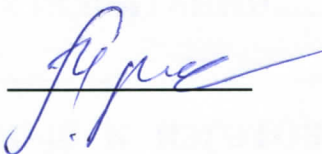
Зав. ЛЭИМПСС ЦИСС
ЦНИИСК



И.М. Семенов

Исполнители:

Инженер ЛЭИМПСС ЦИСС
ЦНИИСК



М.Р. Чупанов

СОДЕРЖАНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ	3
1 ВВЕДЕНИЕ. ЦЕЛЬ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	4
2 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.....	4
3 МЕТОДИКА ИСПЫТАНИЙ.....	5
4 ОБОРУДОВАНИЕ, СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ И РЕГИСТРАЦИИ.....	7
5 ОПИСАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ОБРАЗЦОВ.....	9
6 РЕЗУЛЬТАТЫ ДИНАМИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ.....	32
7 ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ.....	47
8 ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ИЗГОТОВЛЕНИЮ И МОНТАЖУ ПЕРЕГОРОДОК.....	50
9 ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	54
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	55
ПРИЛОЖЕНИЕ А	56
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	57
ПРИЛОЖЕНИЕ В	58
ПРИЛОЖЕНИЕ Г	61
ПРИЛОЖЕНИЕ Д	65

1 ВВЕДЕНИЕ. ЦЕЛЬ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Настоящий научно-технический отчет составлен по результатам экспериментальных исследований сейсмостойкости ненесущих стен (перегородок), выполненных с усилением базальтовой строительной сеткой торговой марки ООО "REXTROM-K" по проектным решениям ЦИСС ЦНИИСК им В.А. Кучеренко для районов с сейсмичностью 7-9 баллов по шкале MSK-64.

Работы выполнялись в соответствии с договором № 774/22-11-14/СК от 04.07.2014, заключенным между ООО "REXTROM-K" и ОАО «НИЦ Строительство».

Испытания проводились на испытательном оборудовании Лаборатории экспериментальных исследований, мониторинга и проектирования сейсмостойкости сооружений в составе Центра исследования сейсмостойкости сооружений.

Целью данной работы является:

- оценка эффективности применения базальтовой сеткой марки СБНПс-50(25)-400 фирмы ООО «REXTROM-K» в качестве армирующего материала ненесущих стен (перегородок), возводимых в сейсмоопасных регионах РФ;

- оценка сейсмостойкости ненесущих стен (перегородок), усиленных базальтовой сеткой марки СБНПс-50(25)-400 фирмы ООО «REXTROM-K» по проектным решениям Центра исследований сейсмостойкости сооружений ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко, для возможности использования в районах с сейсмичностью 7÷9 баллов по шкале MSK-64

Настоящий отчет составлен в соответствии с требованиями нормативных документов, технических регламентов и стандартов.

2 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Обоснованием проведения работ является, несоответствие требованиям свода правил СП 14.13330.2014 «Строительство в сейсмических районах» актуализированная редакция СНиП II-7-81* перегородок, исследуемых в данной работе.

Имеются следующие различия:

1) армирование перегородок осуществляется не вертикальными двухсторонними металлическими арматурными сетками, а вертикальными базальтовыми строительными сетками;

2) горизонтальное армирование представлено не металлической арматурой, а базальтовой строительной сеткой.

Неполное соответствие вариантов усиления кирпичных ненесущих стен (перегородок) требованиям СНиП II-7-81* и СП 14.13330.2011 является одной из причин необходимости проведения испытаний.

3 МЕТОДИКА ИСПЫТАНИЙ

3.1. Общие положения

Достаточно объективным методом, который позволяет с определенной точностью оценить степень сейсмостойкости различных конструкций зданий и сооружений является вибрационно-резонансный метод, дополненный при необходимости испытаниями материалов, узлов, элементов.

Вибрационно-резонансный метод состоит в построении и исследовании экспериментальной зависимости «воздействие - реакция характеризующей изменение параметров несущей способности и деформативности исследуемой конструкции на всем диапазоне его деформирования.

Мощность вибрационного воздействия платформы ВП-100 является достаточной для проведения натуральных вибрационных испытаний на всех стадиях упругопластической работы.

По существу в рассматриваемом случае задача идентификации нелинейной модели исследуемой системы сводится к идентификации процесса развития модели в функции от внешнего воздействия.

В качестве объектов испытаний были выполнены 3 перегородки из кирпичной кладки и 2 перегородки из газобетонных блоков (см. раздел 5).

Объекты испытаний были последовательно установлены на виброплатформу ВП-100, мощность которой является достаточной для

проведения натуральных вибрационных испытаний на всех стадиях упругопластической работы конструкций.

Образцы были соответствующим образом прикреплены к виброплатформе и основной раме (см. раздел 5) для наиболее полной передачи на них колебаний виброплатформы.

Колебания виброплатформы однонаправленные в горизонтальной плоскости, описываются синусоидальным законом. В процессе задания режимов устанавливались и контролировались частота и амплитуда колебаний виброплатформы.

Направление действия сейсмической нагрузки - перпендикулярно плоскости перегородок.

Измерение параметров воздействия на объект испытаний и параметров отклика объекта производилось установленными на образцах виброакселерометрами (датчиками, регистрирующими ускорения).

3.2. Назначение параметров воздействия

При экспериментальных исследованиях были приняты следующие параметры воздействия на экспериментальный образец.

Длительность воздействия принята не менее 10 секунд, исходя из анализа объективных данных приведенных в работе [6], при этом производилась запись показаний датчиков длительностью ~15 сек.

Амплитудно-частотные характеристики.

Как показывают многочисленные экспериментальные исследования, независимо от частот внешнего воздействия сооружение, как правило, колеблется с частотой, отвечающей частоте его собственных колебаний. Практика строительства показывает, что периоды колебаний большинства зданий и сооружений находятся в пределах 0,1 - 1,5 с, что соответствует частотам 0,7 - 10,0 Гц.

Кроме того, наиболее интенсивные колебания грунта при землетрясениях происходят с частотами, равными примерно 0,5-10 Гц. [6]

При назначении параметров воздействия также были учтены следующие факторы:

- собственная частота стенда;
- рабочие характеристики платформы ВП-100.

Исходя из вышеперечисленного, при исследовании кирпичных перегородок, диапазон воздействия принимается с частотой от 1 до 10 Гц с амплитудой 1,1 – 15 мм.

4 ОБОРУДОВАНИЕ, СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ И РЕГИСТРАЦИИ

4.1. Виброплатформа ВП-100

Создание динамических воздействий осуществляется приведением в действие виброплатформы инерционного действия ВП-100.

Виброплатформа ВП-100 позволяет обеспечить необходимые параметры динамических воздействий на исследуемый объект в широком диапазоне частот и инерционных нагрузок путем возбуждения механических колебаний платформы в горизонтальной плоскости.

Установка ВП-100 является гидроэлектрическим устройством, которое приводится в действие при помощи асинхронных двигателей, управляемых частотными преобразователями, и силовых гидравлических агрегатов, создающих переменные амплитудно-частотные колебания платформы, на которой устанавливается экспериментальный образец.

Пульт управления испытательного стенда ВП-100 (ПУИС) предназначен для работы в составе оборудования пульсаторов виброплатформы. С помощью элементов управления ПУИС изменяются параметры работы электро- и гидравлических приводов пульсатора, тем самым, задается частота и амплитуда вибрации испытательной платформы. ПУИС осуществляет защиту оборудования пульсатора от нежелательных и аварийных режимов работы.

4.2. Средства измерения и регистрации

Регистрация и измерение сигналов выполняется при помощи специализированного измерительно-вычислительного комплекса МИС-036,

предназначенного для сбора, преобразования, регистрации, обработки, передачи и представления информации, поступающей с датчиков.

Комплекс выполняет следующие функции:

- измерение, регистрацию и первичную обработку сигналов (частотных, дискретных и пр.), полученных в результате испытаний;
- отображение значений измеряемых величин или преобразованных параметров на мониторе;
- контроль значений измеряемых величин или преобразованных параметров; оценка результатов их измерения и преобразования;
- самодиагностику проводимых измерений (анализ работоспособности с возможностью вызова диагностических программ);
- архивацию результатов измерения и преобразования (хранение данных с возможностью просмотра и анализа) и др.

Измерительно-вычислительный комплекс МІС-036 дополнительно укомплектован ноутбуком с пакетом специализированных прикладных программ и периферийных устройств, необходимых для автоматизированного процесса обработки сигналов, а также для документирования результатов обработки.

Для измерения ускорений, частот колебаний, а также динамических перемещений применяются однокомпонентные датчики - акселерометры АТ 1105.

Характеристики датчиков (акселерометров) представлены в таблице 4.4.1.

Таблица 4.1. Основные технические данные акселерометра АТ 1105

№	Наименование параметра	Значение
1	Электропитание от источника постоянного тока относительно средней точки, В	$\pm 12 \pm 12$
2	Диапазон измерения, м/с (g)	98,1 (10,0)
3	Частотная характеристика - нижняя частота, Гц - верхняя частота, Гц	0 700
4	Диапазон рабочих температур, С	от+15 до +35

Места установки акселерометров выбирались из следующих условий:

- места, где по результатам анализа конструкции или расчетов ожидается развитие максимальных ускорений и перемещений.

Для контроля задаваемых нагрузок (режимов испытаний) на виброплатформе стенда также дополнительно был установлен акселерометр для измерения ускорений в направлении колебаний виброплатформы.

5 ОПИСАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ОБРАЗЦОВ

В качестве объектов испытаний были приняты фрагменты перегородок высотой 3 м и длиной 3 и 5 м. Материал кладки фрагментов из кирпича – кирпич марки М100 (Рисунок.5.1) ГОСТ 530-2007 1,4/100/50 (технический паспорт в Приложении А).

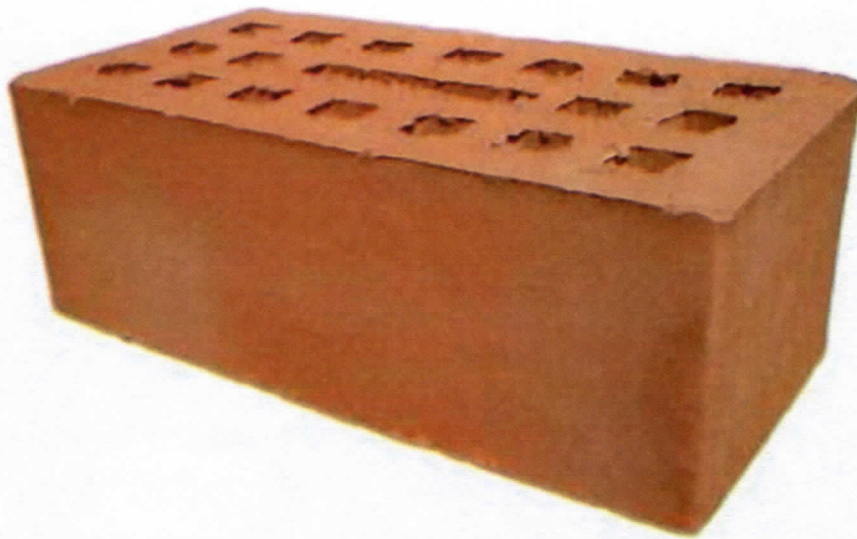


Рисунок 5.1 - Кирпич, использованный для возведения ненесущих стен

Материал кладки фрагментов из газобетонных блоков – блок класса В2,5
(Рисунок.5.2) ГОСТ 31360-2007 (технический паспорт в Приложении Б).

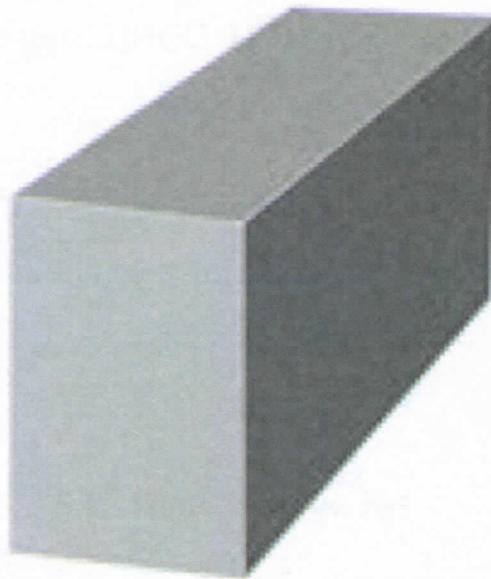


Рисунок 5.2 – Газобетонный блок, использованный для возведения ненесущих стен



Рисунок 5.3 - Базальтовая сетка, использованная в качестве армирования

Для определения сейсмостойкости перегородок, усиленных базальтовой сеткой по проектным решениям ЦИСС ЦНИИСК им В.А. Кучеренко были испытаны 5 образцов:

1. Перегородка №1;
2. Перегородка №2;
3. Перегородка №3;
4. Перегородка №4;
5. Перегородка №5.

5.1. Перегородка №1

Перегородка №1 представляет собой кирпичную ненесущую стену размером 3х3м и толщиной 160мм.

Для возведения перегородки использовалась кирпичная кладка толщиной 120мм, оштукатуренная цементно-песчаным раствором марки М100 с обеих сторон.

В качестве горизонтальной арматуры использована сетка базальтовая строительная торговой марки ООО «REXTROM-K» шириной 120мм с разрывной нагрузкой-50кН/м и с размером ячейки 25х25мм.

В качестве вертикальной арматуры использована сетка базальтовая строительная торговой марки ООО «REXTROM-K» с разрывной нагрузкой 50кН/м и с размером ячейки 25х25мм, оштукатуренная слоем цементно-песчаного раствора толщиной 20мм. Базальтовая сетка представлена полотнами 3х3м.

Перегородка №1 крепилась по высоте в 3-х точках, к перекрытию крепление осуществлялось с шагом 600мм. Крепление перегородки к полу осуществлялось при помощи прижимных уголков.

Рисунки и фотографии всех этапов представлены ниже.

Перегородка №1 (до испытания)



Рисунок 5.1.1 - Раскладка горизонтальной арматуры



Рисунок 5.1.2 - Раскладка вертикальной арматуры

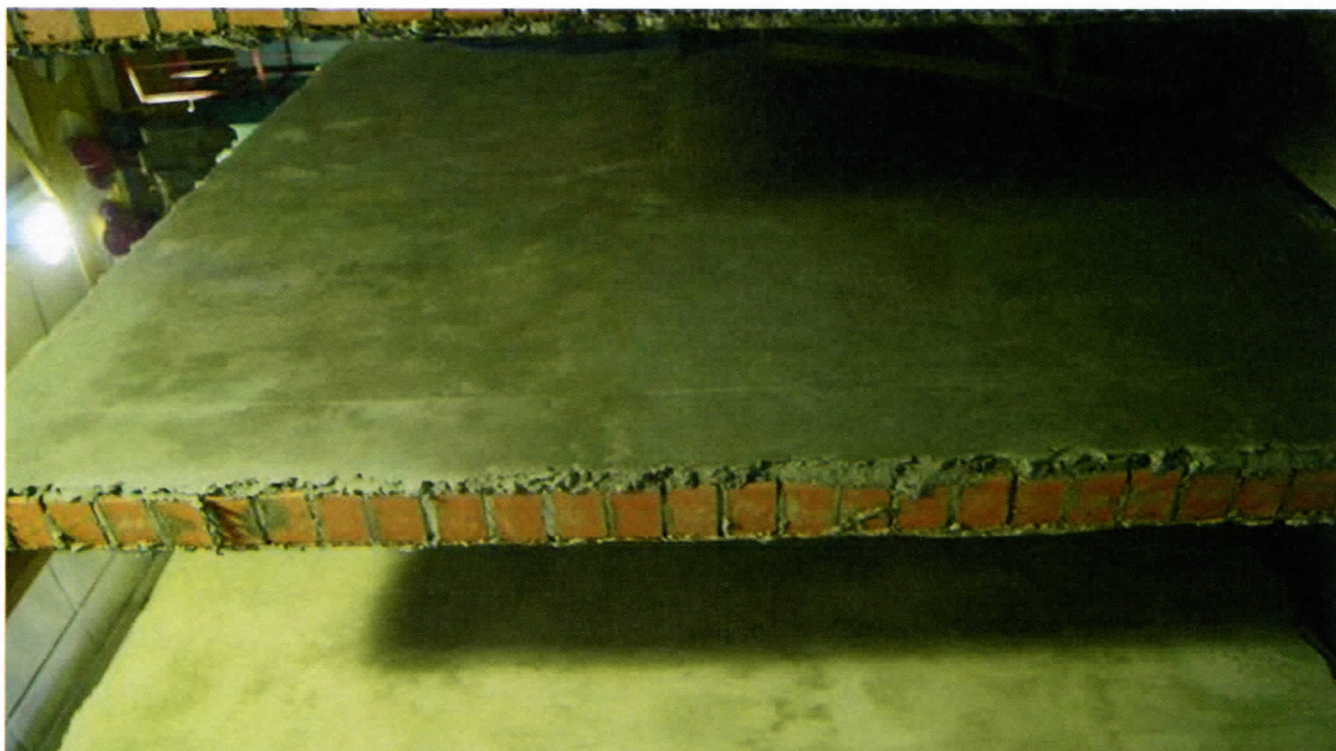


Рисунок 5.1.3 - Оштукатуривание перегородки

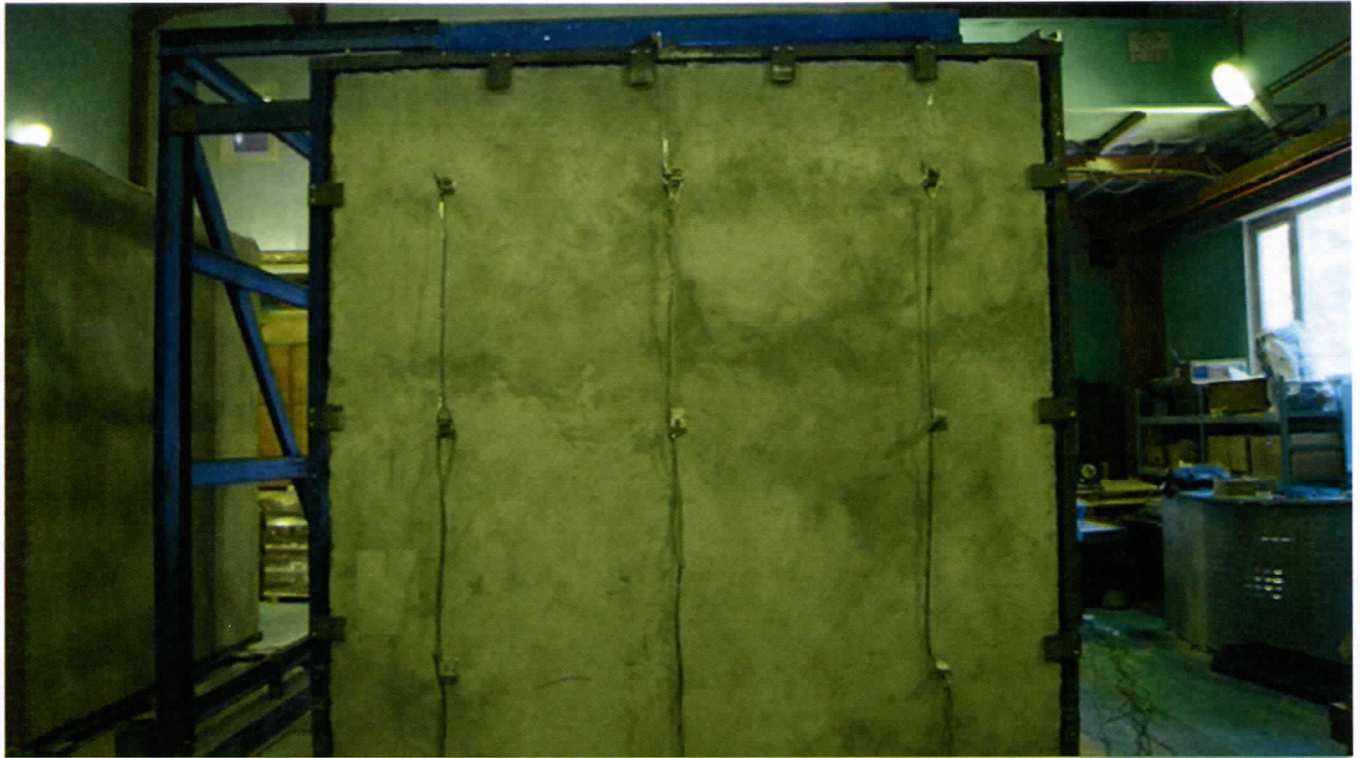


Рисунок 5.1.4 - Общий вид перегородки с датчиками перед испытанием



Рисунок 5.1.5 - Общий вид перегородки без датчиков перед испытанием

Перегородка №1 (после испытания)

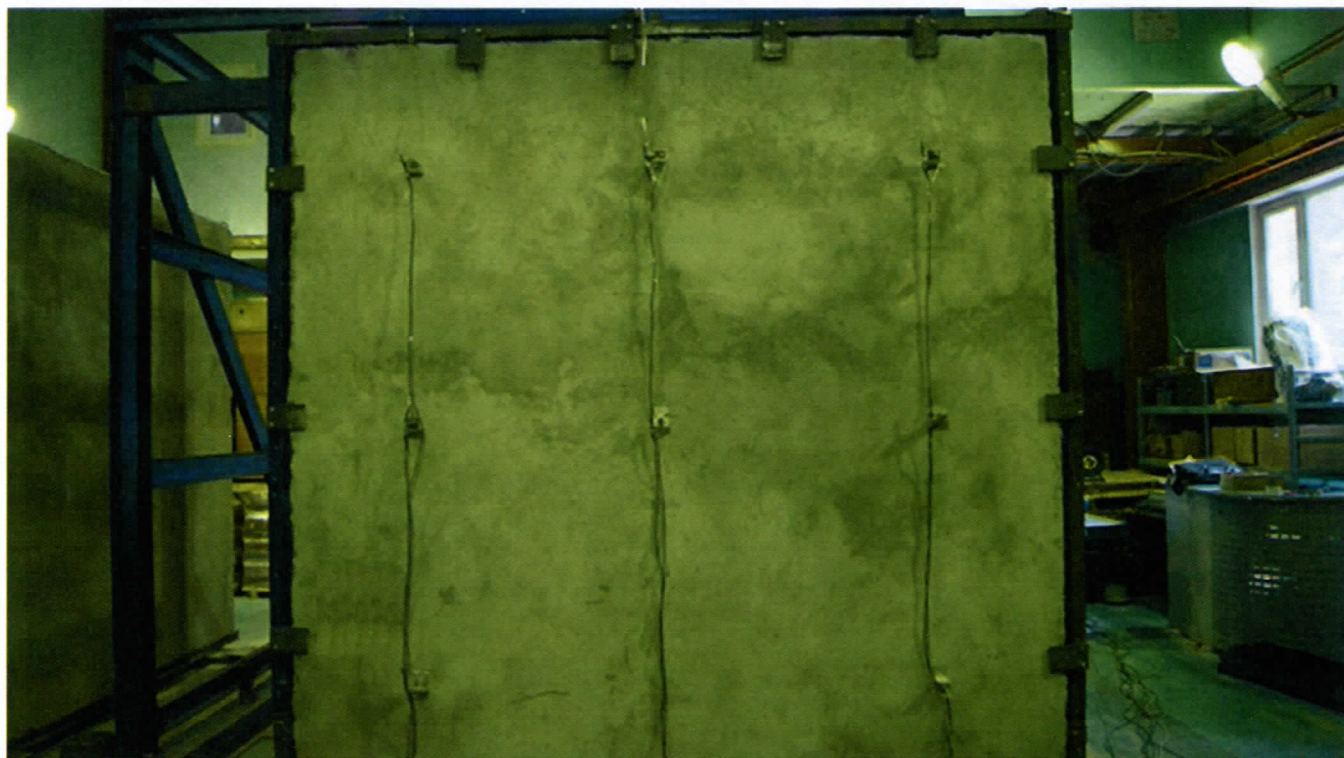


Рисунок 5.1.6 - Общий вид перегородки после испытания



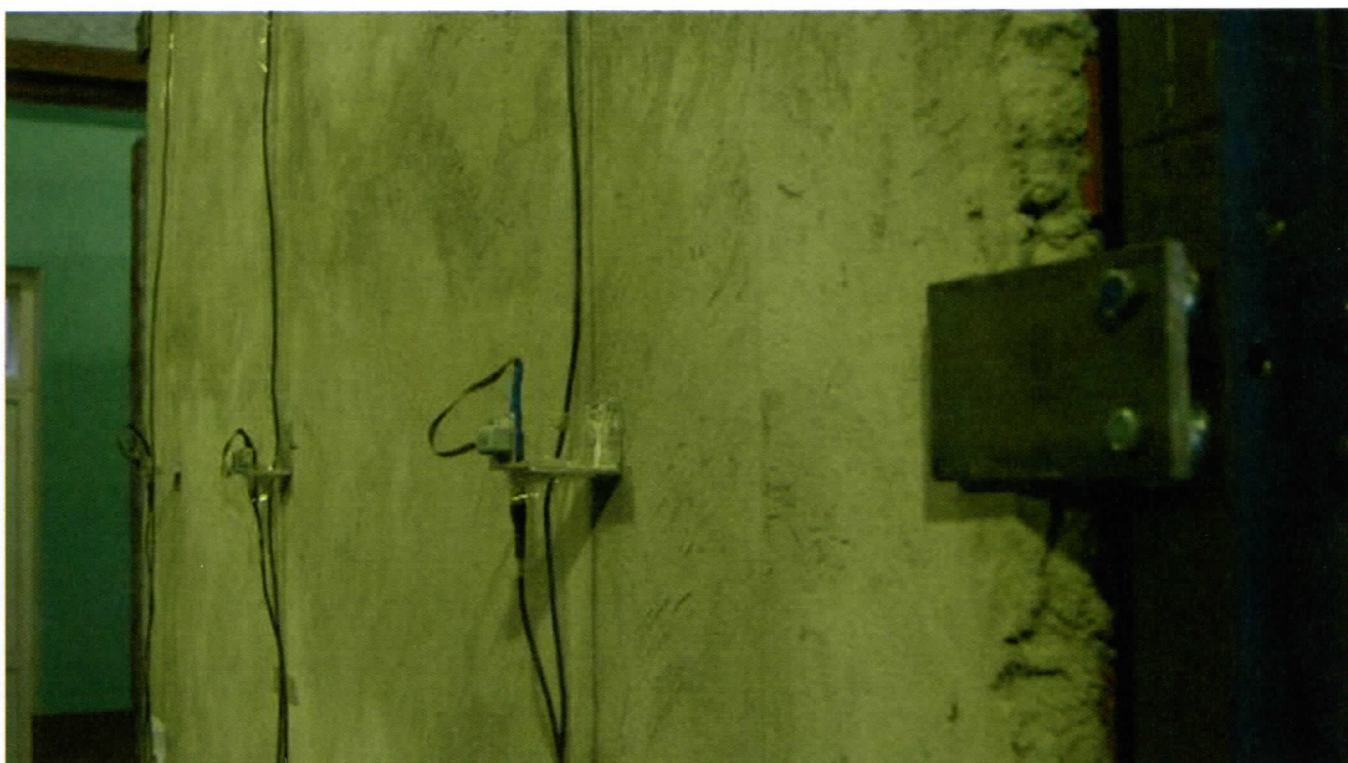


Рисунок 5.1.8 - Вид сбоку

5.2. Перегородка №2

Перегородка №2 представляет собой кирпичную ненесущую стену размером 3х3м и толщиной 290мм. Для возведения перегородки была использована кирпичная кладка толщиной 250мм, оштукатуренная цементно-песчаным раствором марки М100 с обеих сторон. В качестве горизонтальной арматуры была использована сетка базальтовая строительная торговой марки ООО «REXTROM-K» шириной 250мм с разрывной нагрузкой-50кН/м и с размером ячейки 25х25мм.

В качестве вертикальной арматуры была использована сетка базальтовая строительная торговой марки ООО «REXTROM-K» с разрывной нагрузкой-50кН/м и с размером ячейки 25х25мм, оштукатуренная слоем цементно-песчаного раствора толщиной 20мм. Базальтовая сетка представлена полотном 3х3м.

Перегородка №2 крепилась по высоте в 3-х точках, к перекрытию крепление осуществлялось с шагом 1200мм. Крепление перегородки к полу осуществлялось при помощи прижимных уголков.

Рисунки и фотографии всех этапов представлены ниже.

Перегородка №2 (до испытания)



Рисунок 5.2.1 - Раскладка горизонтальной арматуры

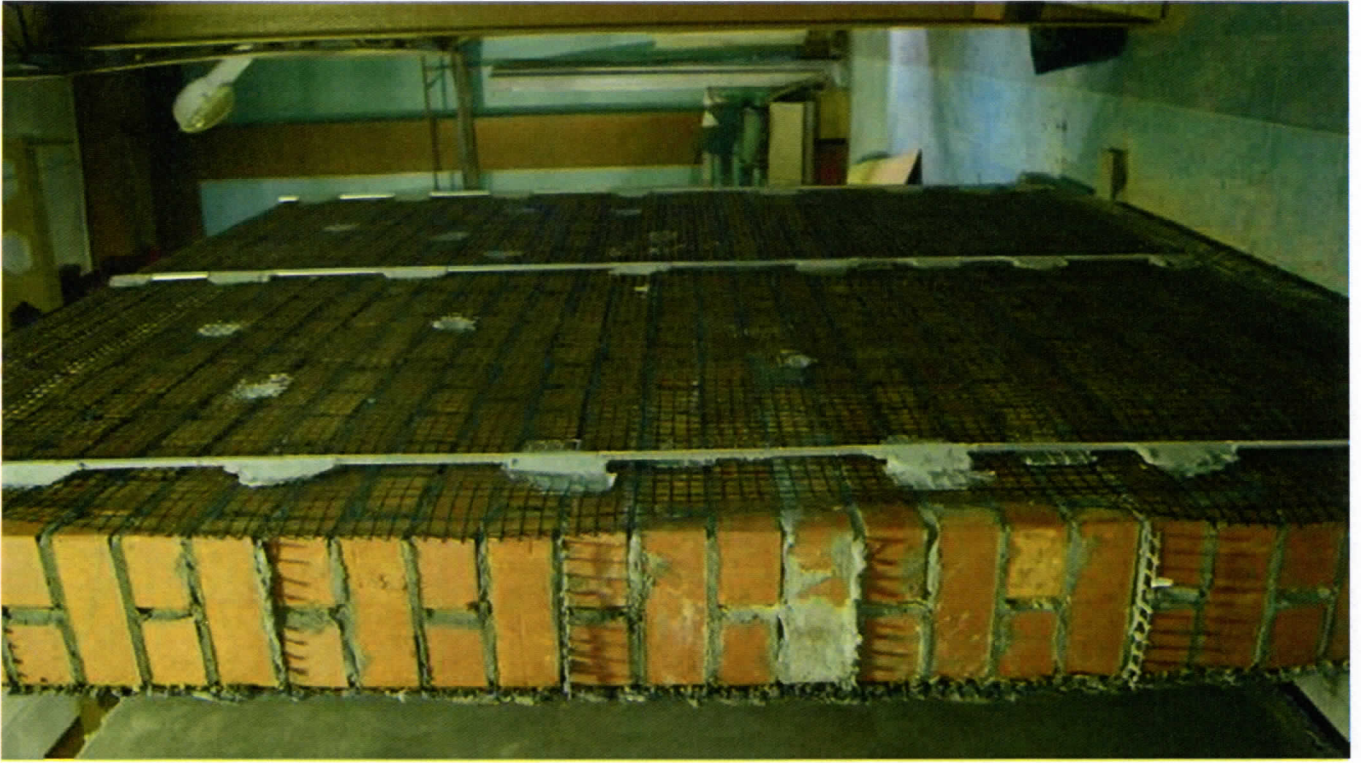


Рисунок 5.2.2 - Раскладка вертикальной арматуры



Рисунок 5.2.3 - Оштукатуривание перегородки



Рисунок 5.2.4 - Общий вид перегородки с датчиками перед испытанием

Перегородка №2 (после испытания)

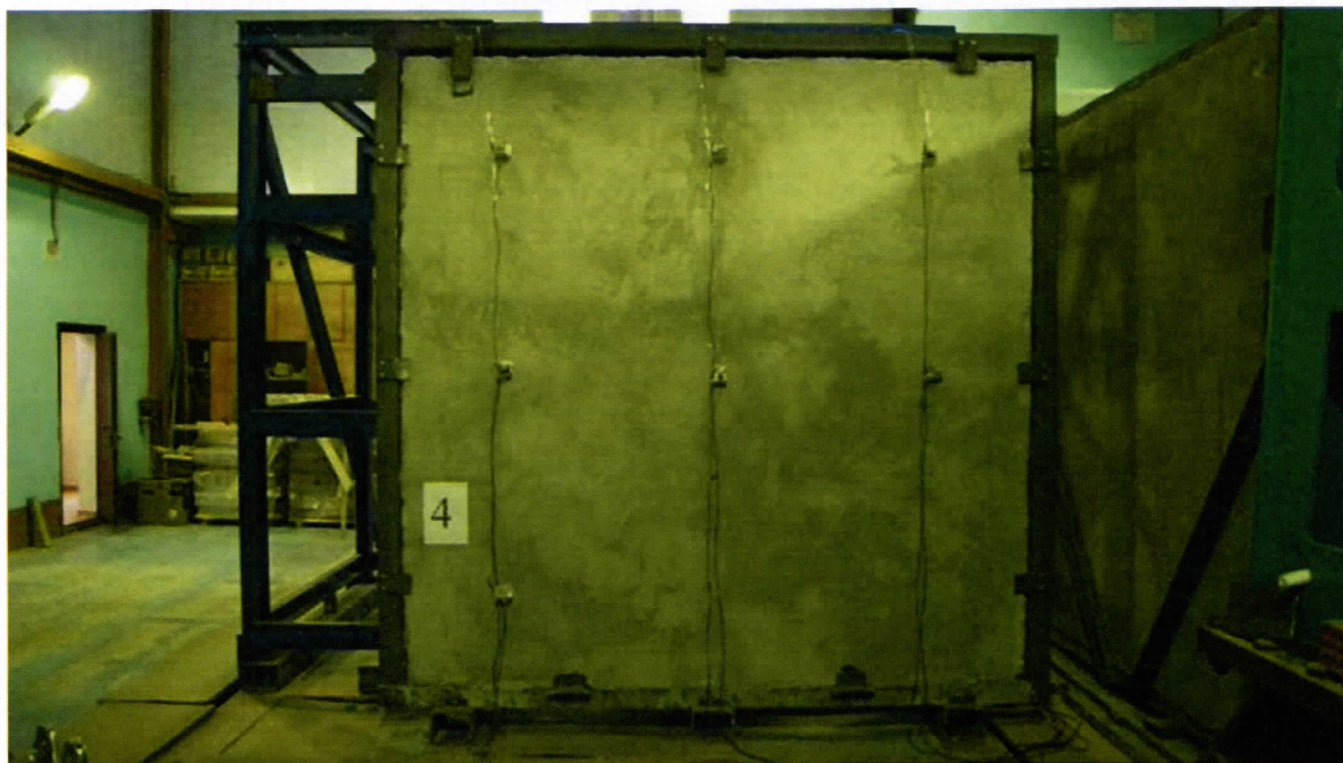


Рисунок 5.2.5 - Общий вид перегородки после испытания



Рисунок 5.2.6 - Вид сбоку

5.3. Перегородка №3

Перегородка №3 представляет собой кирпичную ненесущую стену длиной 5м, высотой 3м и толщиной 160мм.

Для возведения перегородки использовалась кирпичная кладка толщиной 120мм, оштукатуренная цементно-песчаным раствором марки М100 с обеих сторон.

В качестве горизонтальной арматуры использована сетка базальтовая строительная торговой марки ООО «REXTROM-K» шириной 120мм с разрывной нагрузкой-50кН/м и с размером ячейки 25х25мм.

В качестве вертикальной арматуры использована сетка базальтовая строительная торговой марки ООО «REXTROM-K» с разрывной нагрузкой-50кН/м и с размером ячейки 25х25мм, оштукатуренная слоем цементно-песчаного раствора толщиной 20мм. Базальтовая сетка представлена полотнами 5х3м.

Перегородка №3 крепилась по высоте в 3-х точках, к перекрытию крепление осуществлялось с шагом 1200мм. Крепление перегородки к полу осуществлялось при помощи прижимных уголков.

Рисунки и фотографии всех этапов представлены ниже.

Перегородка №3 (до испытания)

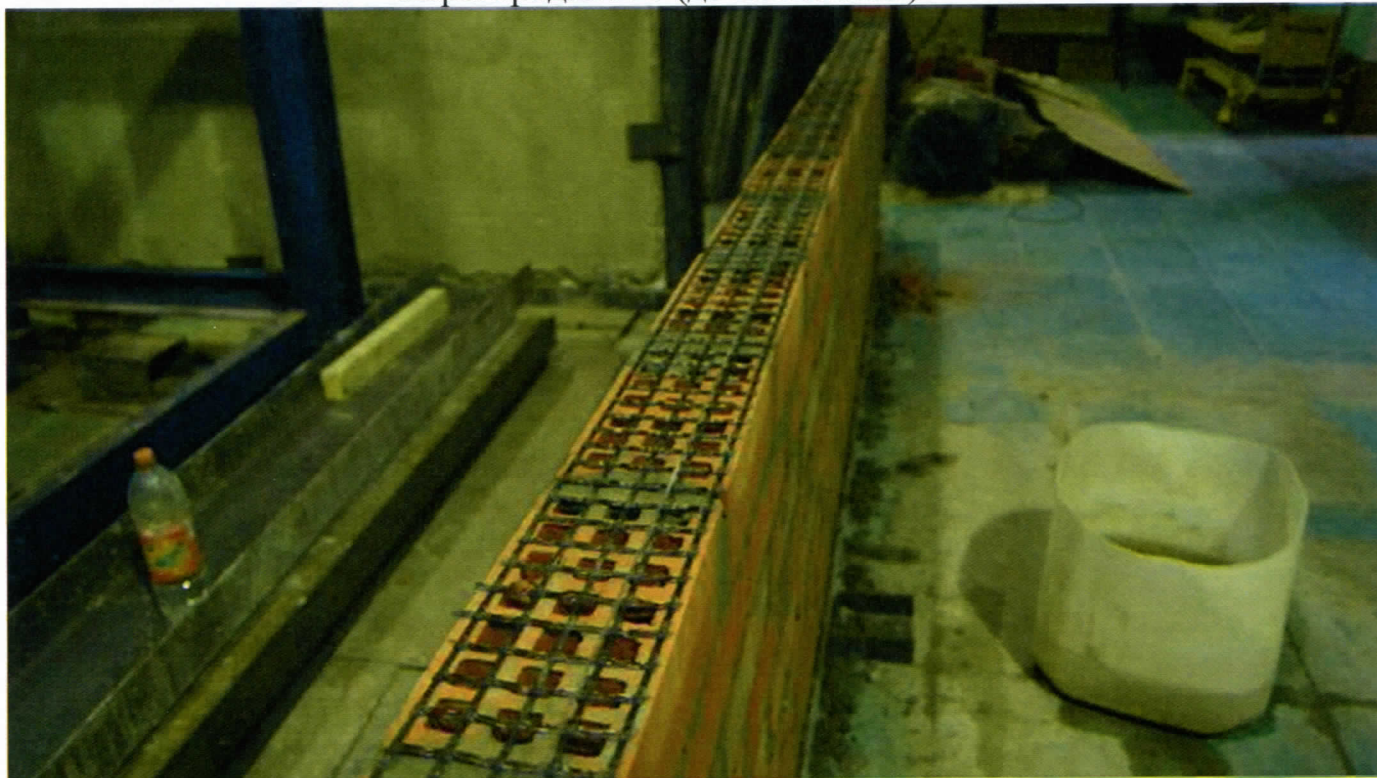


Рисунок 5.3.1 - Раскладка горизонтальной арматуры



Рисунок 5.3.2 - Раскладка вертикальной арматуры



Рисунок 5.3.3 - Общий вид перегородки с датчиками перед испытанием

Перегородка №3 (после испытания)



Рисунок 5.3.4 – Трещины по длине перегородки



Рисунок 5.3.5 - Общий вид трещин



Рисунок 5.3.6 – Отсутствие повреждения базальтовой сетки (вертикального армирования) в месте прохождения трещины

5.4. Перегородка №4

Перегородка №4 представляет собой ненесущую стену из газобетонных блоков длиной 5,6м, высотой 3м и толщиной 110мм.

Для возведения перегородки использовалась кладка из газобетонных блоков толщиной 100мм, класса В2,5. Оштукатуривание производилось клеевым раствором М100 по базальтовой сетке при толщине штукатурного слоя 5-10 мм с каждой стороны стены.

В качестве горизонтальной арматуры использована сетка базальтовая строительная торговой марки ООО «REXTROM-K» шириной 100мм с разрывной нагрузкой-50кН/м и с размером ячейки 25х25мм.

В качестве вертикальной арматуры использована сетка базальтовая строительная торговой марки ООО «REXTROM-K» с разрывной нагрузкой-50кН/м и с размером ячейки 25х25мм, оштукатуренная слоем клея для газобетонных блоков толщиной 5мм. Базальтовая сетка представлена полотнами 5,6х3м.

Перегородка №4 крепилась по высоте в 3-х точках, к перекрытию крепление осуществлялось с шагом 1200мм. Крепление перегородки к полу осуществлялось при помощи прижимных уголков.

Рисунки и фотографии всех этапов представлены ниже.

Перегородка №4 (до испытания)

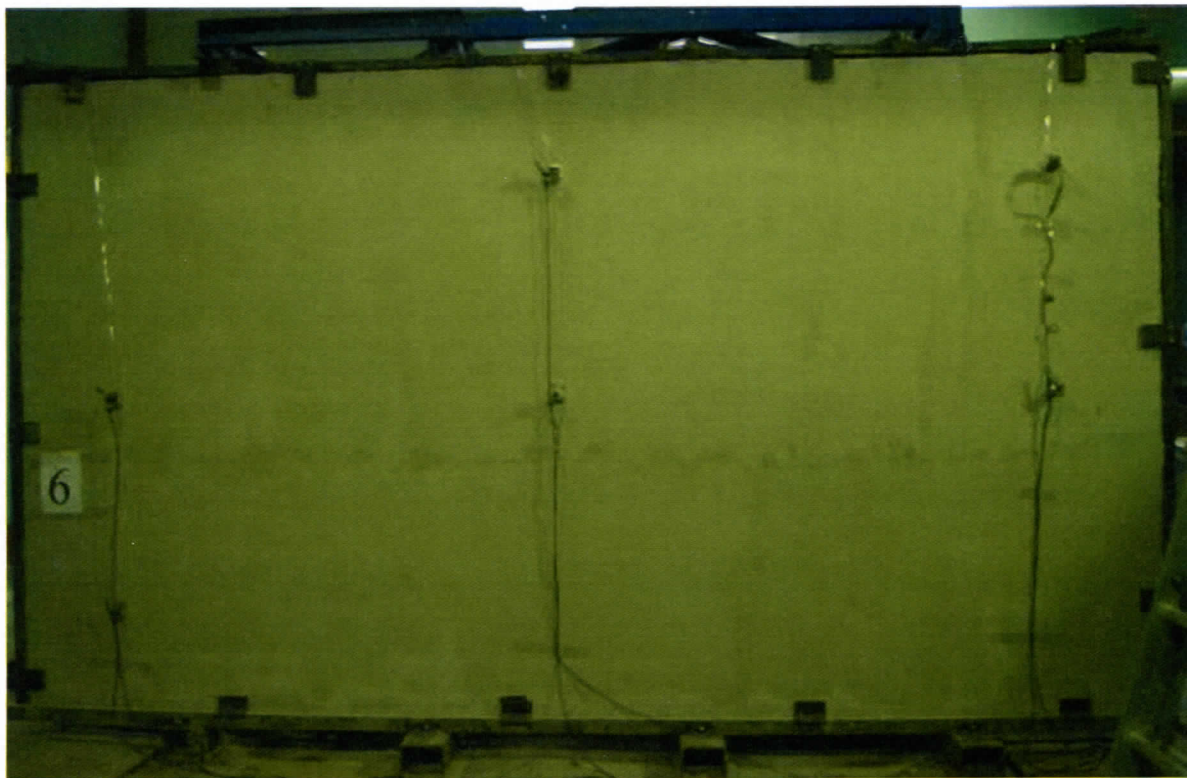


Рисунок 5.4.1 – Общий вид перегородки

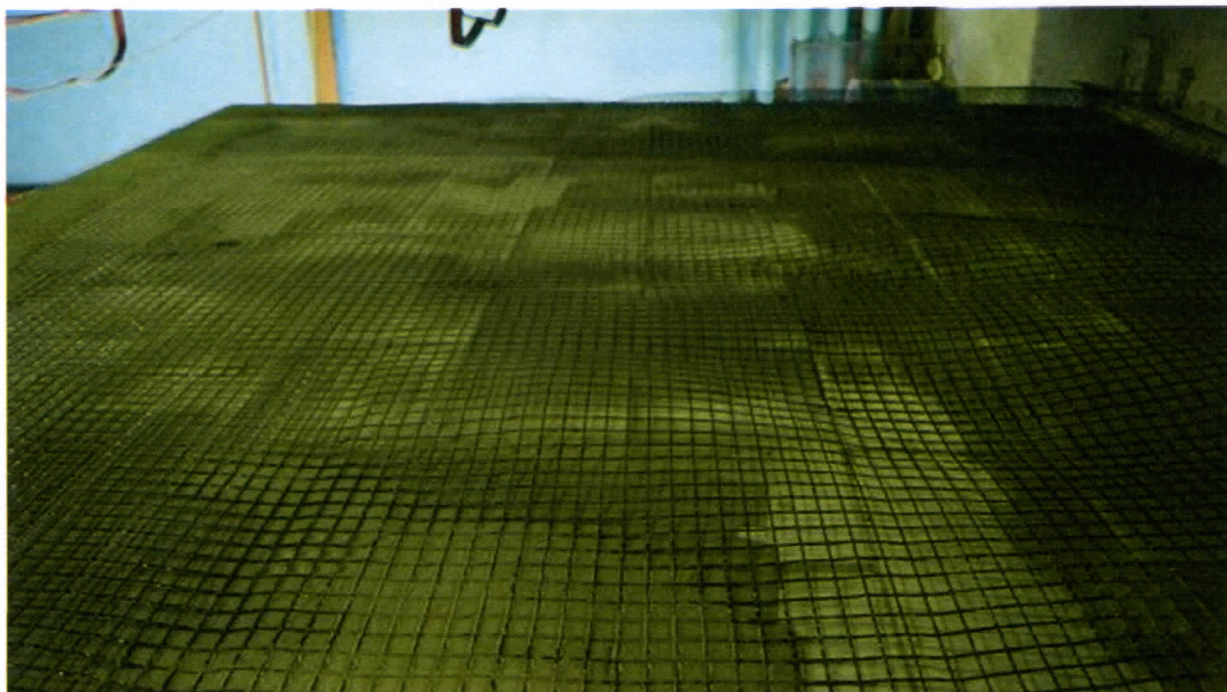


Рисунок 5.4.2 - Раскладка вертикальной арматуры

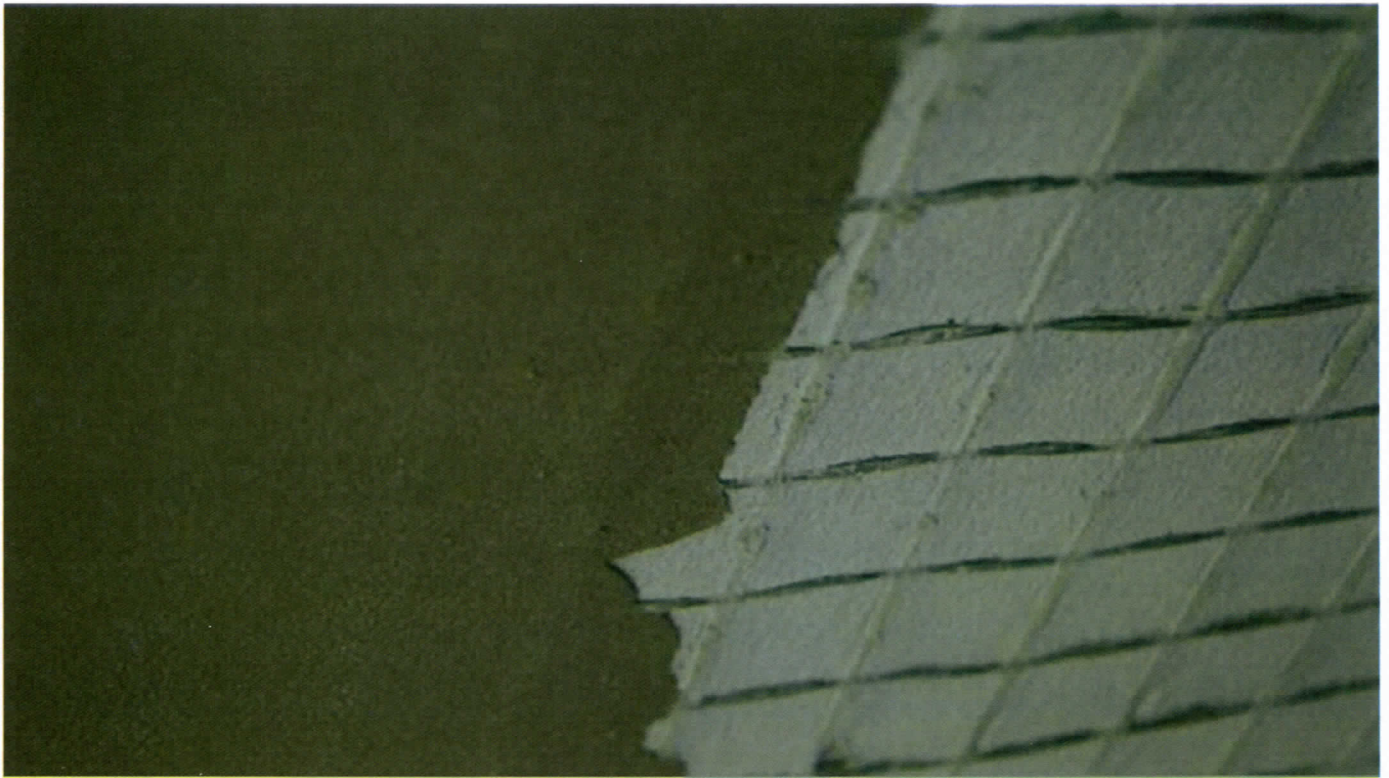


Рисунок 5.4.3 – Технология нанесения клея для газобетонных блоков



Рисунок 5.4.4 – Вертикальная армирующая базальтовая сетка в слое клея

Перегородка №4 (после испытания)



Рисунок 5.4.5 – Трещины по длине перегородки



Рисунок 5.4.6 – Трещины в приопорных зонах

5.5. Перегородка №5

Перегородка №5 представляет собой ненесущую стену из газобетонных блоков длиной 5,6м, высотой 3м и толщиной 160мм.

Для возведения перегородки использовалась кладка из газобетонных блоков толщиной 150мм, класса В2,5. Оштукатуривание производилось клеевым раствором М100 по базальтовой сетке при толщине штукатурного слоя 5-10 мм с каждой стороны стены.

В качестве горизонтальной арматуры использована сетка базальтовая строительная торговой марки ООО «REXTROM-K» шириной 150мм с разрывной нагрузкой-50кН/м и с размером ячейки 25х25мм.

В качестве вертикальной арматуры использована сетка базальтовая строительная торговой марки ООО «REXTROM-K» с разрывной нагрузкой-50кН/м и с размером ячейки 25х25мм, оштукатуренная слоем клея для газобетонных блоков толщиной 5мм. Базальтовая сетка представлена полотнами 5,6х3м.

Перегородка №5 крепилась по высоте в 3-х точках, к перекрытию крепление осуществлялось с шагом 1200мм. Крепление перегородки к полу осуществлялось при помощи прижимных уголков.

Рисунки и фотографии всех этапов представлены ниже.

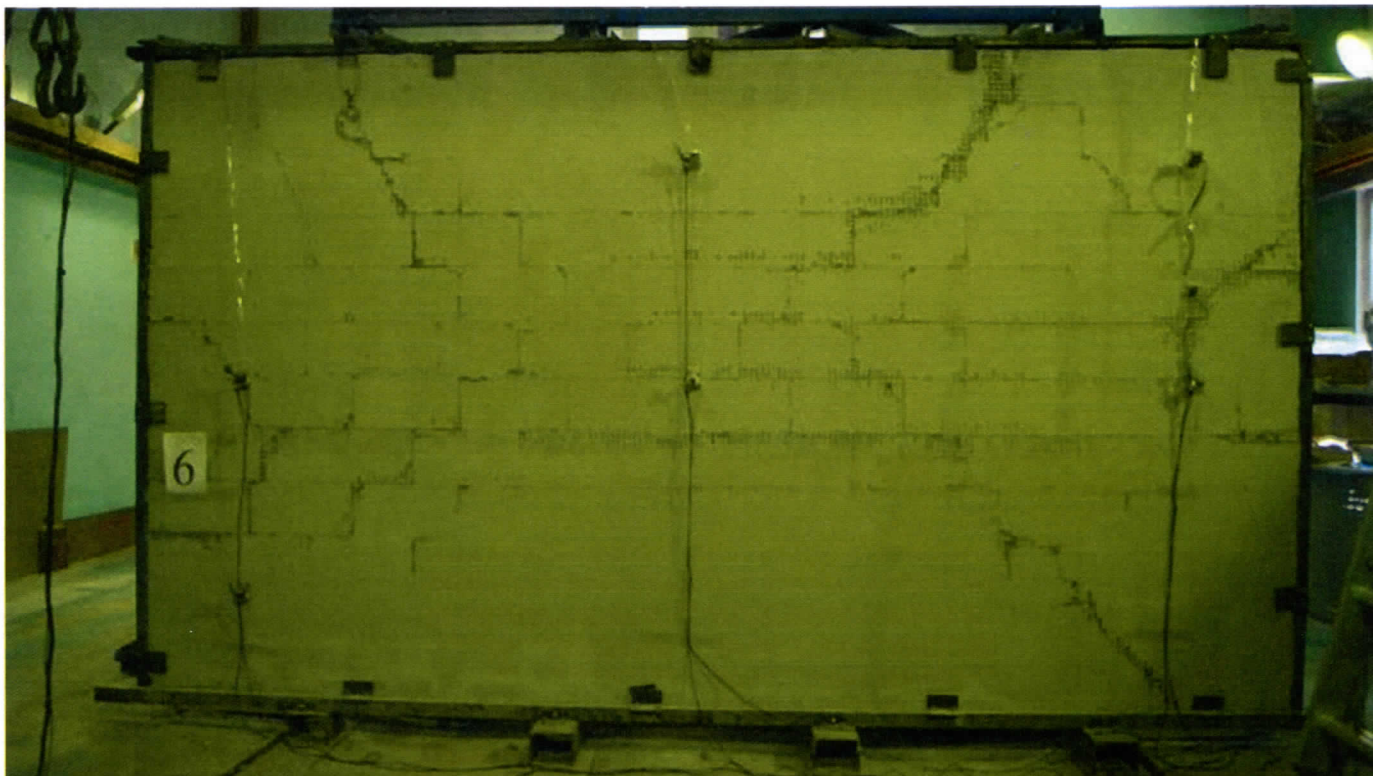


Рисунок 5.4.7 – Схема распространения трещин после испытания

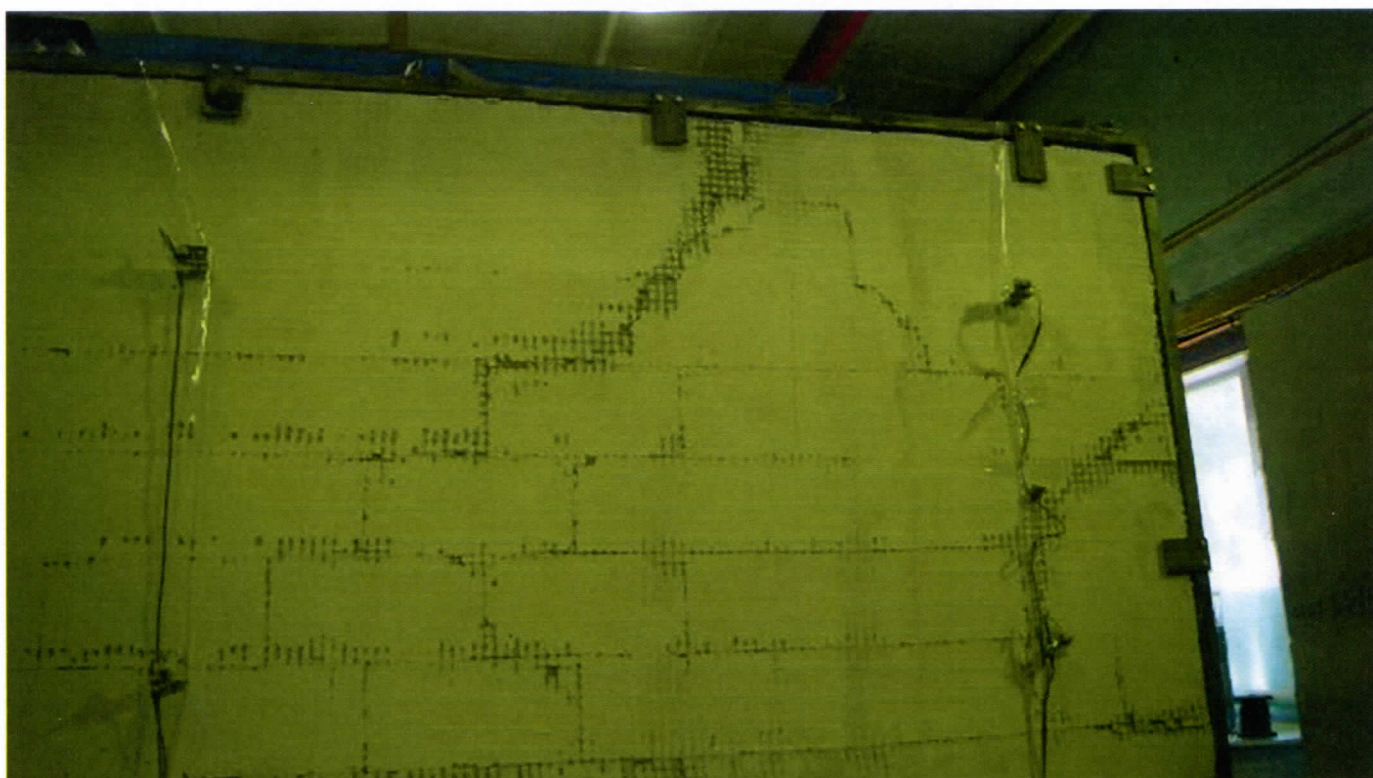


Рисунок 5.4.8 – Схема распространения трещин после испытания (припорные зоны)

Перегородка №5 (до испытания)

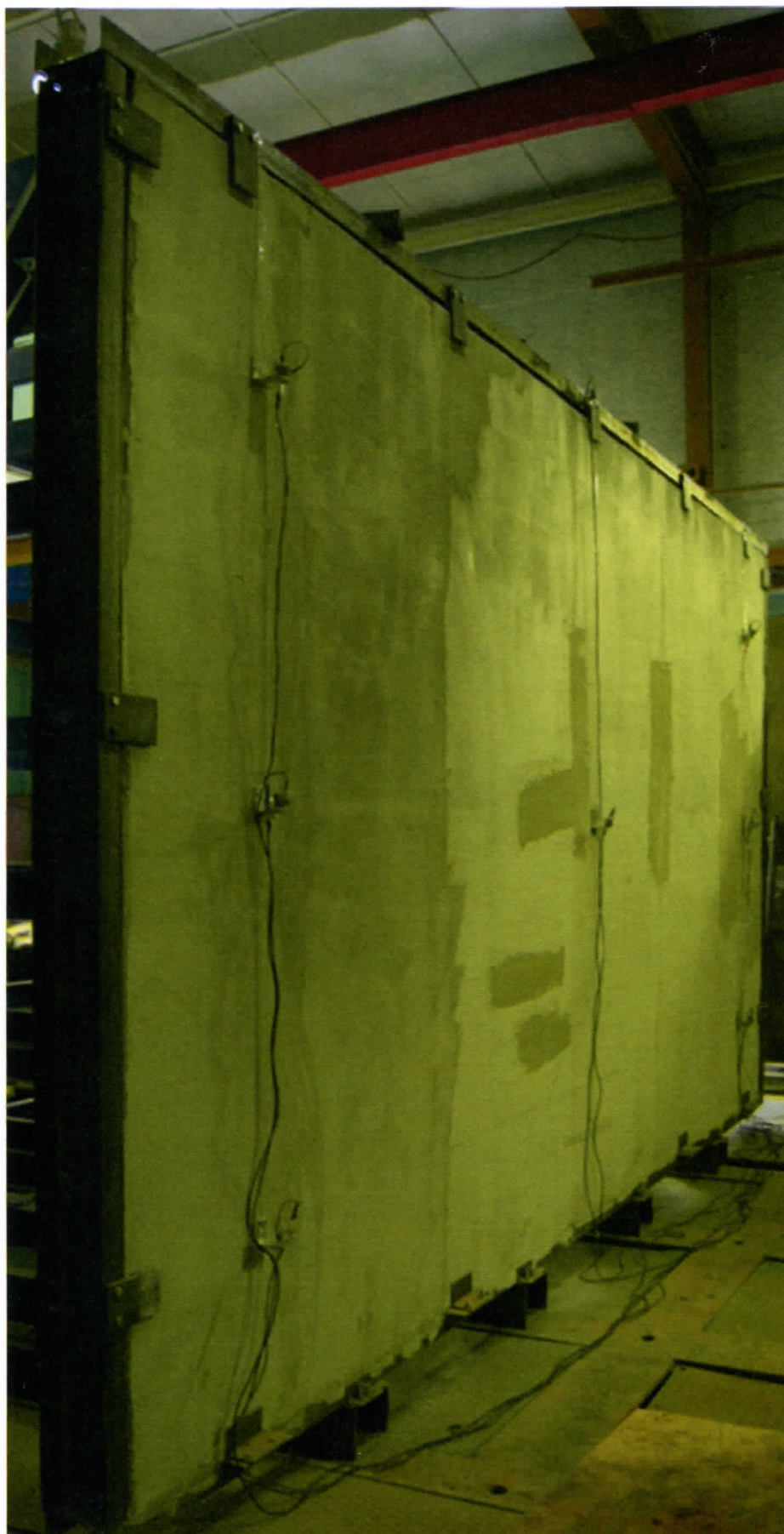


Рисунок 5.5.1 – Вид сбоку



Рисунок 5.5.2 – Общий вид

Перегородка №5 (после испытания)



Рисунок 5.5.3 – Трещины по длине перегородки. Начало разрушения по схеме «конверт»

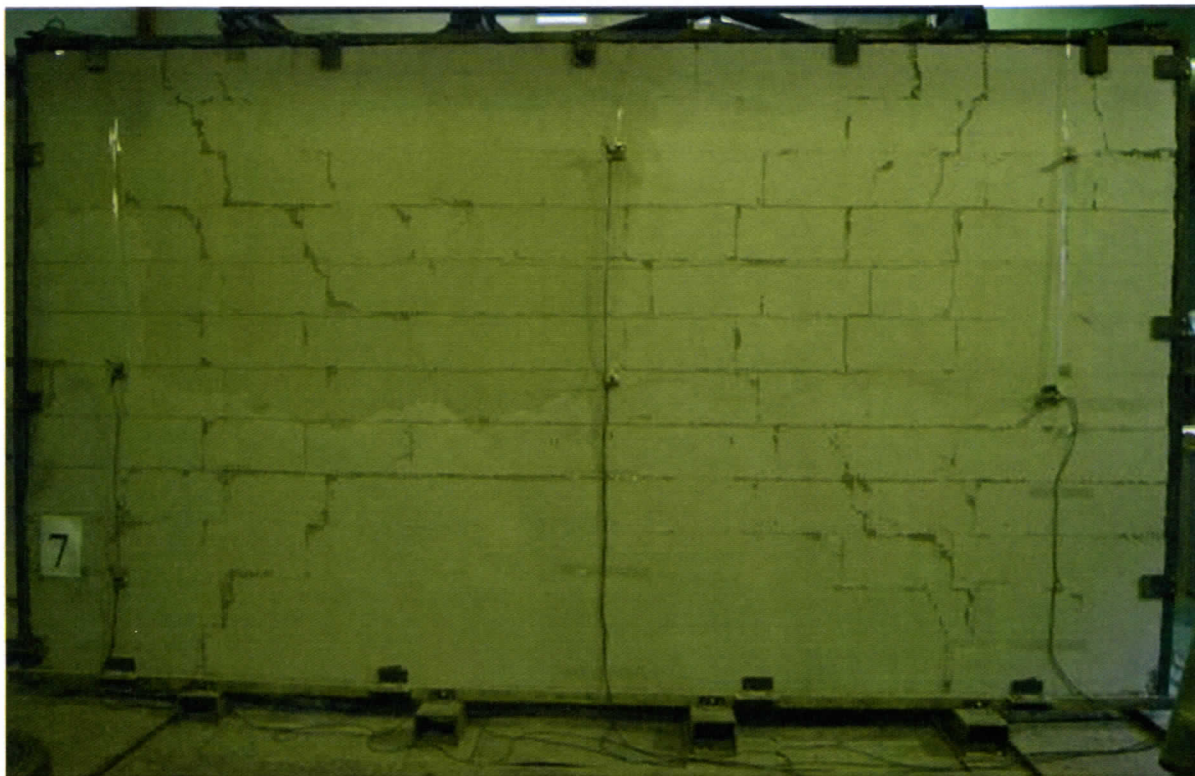


Рисунок 5.5.4 - Общий вид трещин после испытания.

6 РЕЗУЛЬТАТЫ ДИНАМИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ

6.1 Описание результатов испытаний

В процессе проведения экспериментальных исследований системы были заданы режимы испытаний и достигнуты следующие ускорения и перемещения виброплатформы, значения которых приведены в таблицах 1 - 5.

Фрагменты сравнения акселерограмм входного воздействия (длительностью ~ 15 сек) и отклика на участках перегородок приведены в приложении К к настоящему отчету.

Таблица 1. Режимы работы виброплатформы ВП-100 при испытаниях перегородки № 1

№ режима	Частота, Гц	Ускорение, м/с ²	Амплитуда, мм
1	1,0	0,82	14,6
2	2,0	1,49	6,8
3	3,0	2,12	4,7
4	4,0	2,69	3,6
5	5,0	3,3	3,0

6	6,0	3,09	1,4
7	6,0	4,21	2,4
8	7,0	5,48	2,2
9	8,0	7,01	2,1
10	9,0	7,65	1,7
11	10,0	8,25	1,7
12	11,0	10,49	1,7
13	12,0	10,21	1,3
14	6,0	4,24	2,4

Таблица2. Режимы работы виброплатформы ВП-100 при испытаниях перегородки № 2

№ режима	Частота, Гц	Ускорение, м/с ²	Амплитуда, мм
1	1,0	0,84	13,9
2	2,0	1,4	7,4
3	3,0	2,17	4,8
4	4,0	2,74	3,9
5	5,0	7,11	2,8
6	5,0	6,51	2,6
7	6,0	5,17	2,6
8	7,0	6,08	2,5
9	8,0	7,88	2,3
10	9,0	7,28	1,9
11	10,0	4,26	0,9
12	10,0	7,98	2,0
13	11,0	10,24	2,1
14	12,0	10,12	1,6
15	5,0	6,74	2,8
16	6,0	4,51	2,7

Таблица3. Режимы работы виброплатформы ВП-100 при испытаниях перегородки № 3

№ режима	Частота, Гц	Ускорение, м/с ²	Амплитуда, мм
1	1,0	0,82	18,3
2	2,0	1,43	9,7
3	3,0	2,17	8,5
4	4,0	2,76	7,1
5	5,0	7,1	4,4
6	5,0	6,5	4,0

7	6,0	5,18	6,3
8	7,0	6,07	5,3
9	8,0	1,75	1,5
10	9,0	5,67	4,1
11	11,0	7,12	4,7
12	12,0	7,5	4,8

Таблица4. Режимы работы виброплатформы ВП-100 при испытаниях перегородки № 4

№ режима	Частота, Гц	Ускорение, м/с ²	Амплитуда, мм
1	1,0	1,1	17,1
2	2,0	1,55	6,8
3	3,0	1,62	12,0
4	4,0	2,14	6,7
5	5,0	1,65	4,1
6	5,0	3,1	7,4
7	6,0	2,61	3,3
8	7,0	4,22	5,3
9	8,0	2,71	5,4
10	9,0	5,62	3,4

Таблица5. Режимы работы виброплатформы ВП-100 при испытаниях перегородки № 5

№ режима	Частота, Гц	Ускорение, м/с ²	Амплитуда, мм
1	1,0	1,3	17,1
2	2,0	1,48	6,8
3	3,0	1,87	12,0
4	4,0	2,95	6,7
5	5,0	2,1	4,1
6	5,0	3,4	7,4
7	6,0	2,87	3,3
8	7,0	4,65	5,3
9	8,0	3,1	5,4
10	9,0	5,65	3,4

6.2 Анализ полученных экспериментальных данных

В процессе испытаний ускорения виброплатформы по данным акселерометров изменялись в интервале от 0,82 до 10,24 м/с², что по ускорениям эквивалентно 7-9 баллам по шкале MSK-64.

Сравнение полученных перемещений платформы (1,1 – 18,3 мм) с величиной отклонения маятника СБМ 2,1 - 16,1 мм (по шкале MSK-64), также подтверждают полученное соответствие по ускорениям.

Таблица 2. Фрагмент шкалы MSK-64

Баллы	Ускорение грунта, м/с ²
V	0,12-0,25
VI	0,25-0,50
VII	0,50-1,00
VIII	1,00-2,00
IX	2,00-4,00

Ниже на рисунках 6.1 – 6.16 выборочно приведены результаты сравнений динамических характеристик (ускорений, перемещений и их отношений) по результатам испытаний образцов.

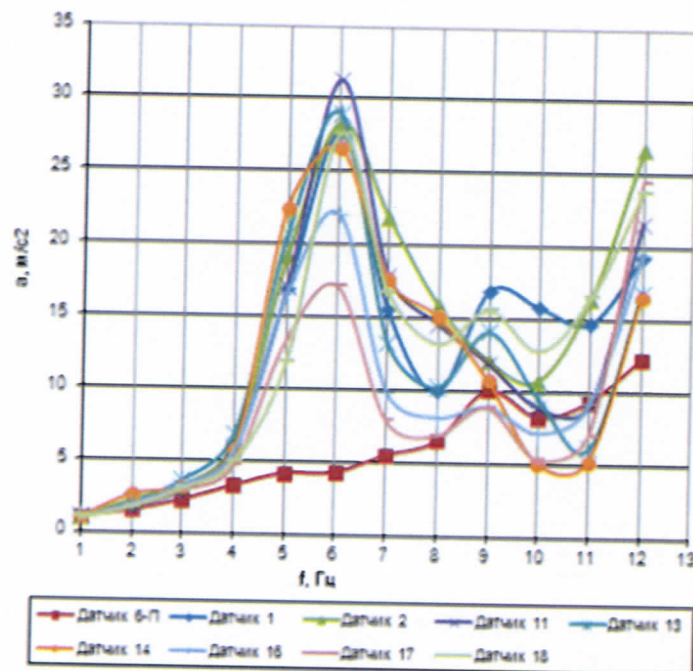


Рисунок 6.1 - Сравнение ускорений виброплатформы (датчик 6) и участков перегородки № 1 (датчики 1, 2, 11, 13, 14, 16-18) в направлении колебаний

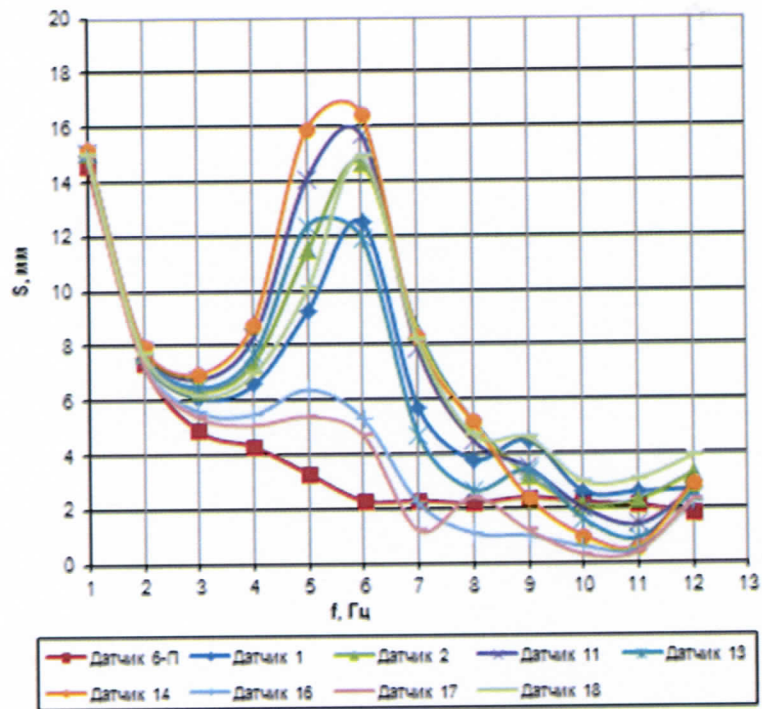


Рисунок 6.2 - Сравнение перемещений виброплатформы (датчик 6) и участков перегородки № 1 (датчики 1, 2, 11, 13, 14, 16-18) в направлении колебаний

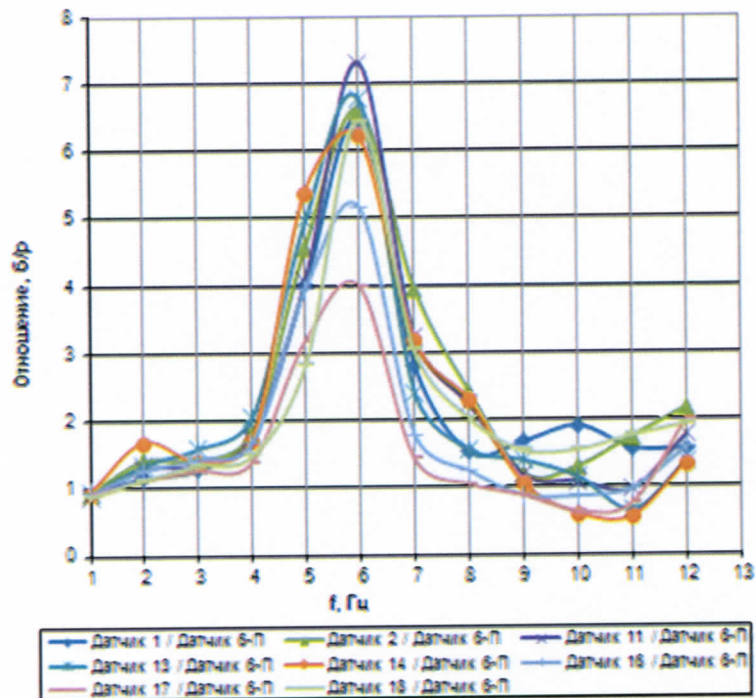


Рисунок 6.3 - Сравнение отношений ускорений виброплатформы (датчик 6) и участков перегородки № 1 (датчики 1, 2, 11, 13, 14, 16-18) в направлении колебаний

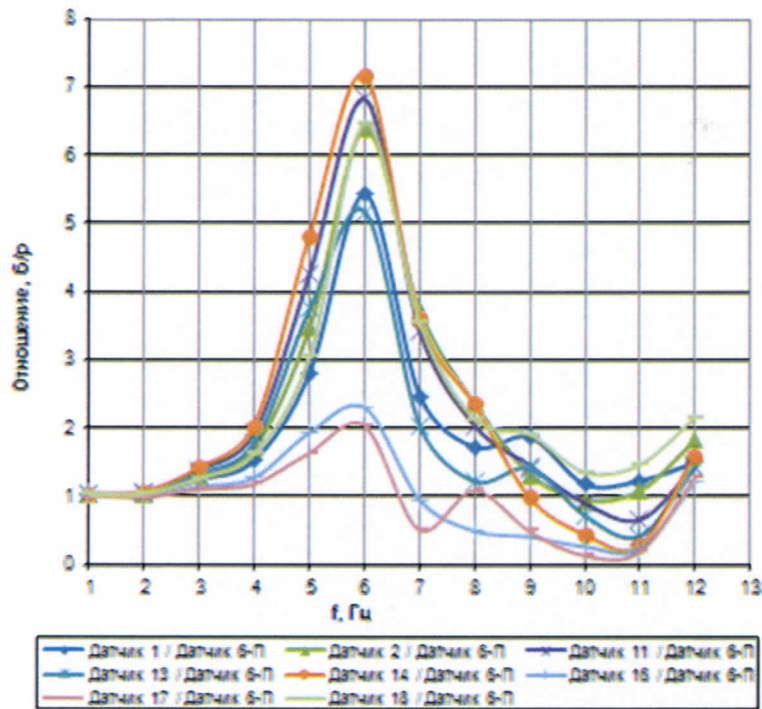


Рисунок 6.4 - Сравнение отношений перемещений виброплатформы (датчик 6) и участков перегородки № 1 (датчики 1, 2, 11, 13, 14, 16-18) в направлении колебаний

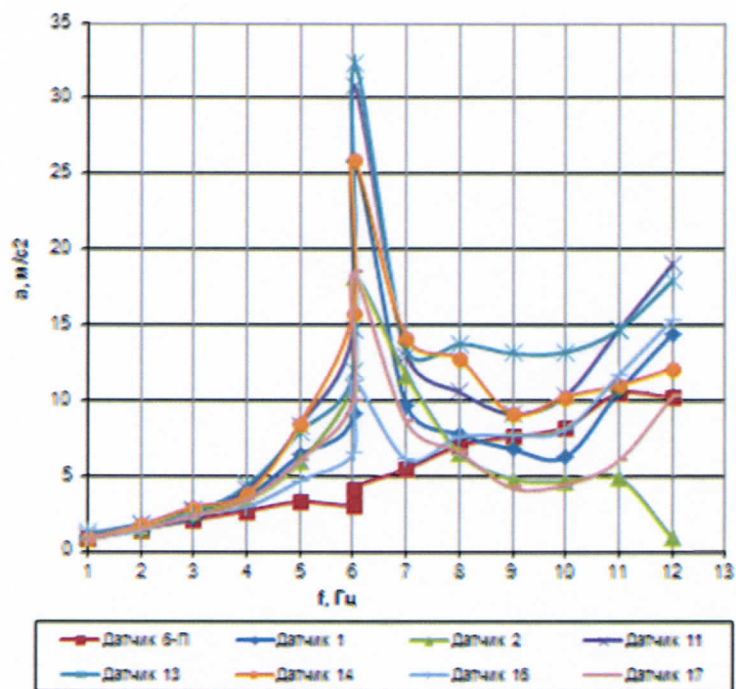


Рисунок 6.5 - Сравнение ускорений виброплатформы (датчик 6) и участков перегородки № 2 (датчики 1, 2, 11, 13, 14, 16-17) в направлении колебаний. Образец № 2

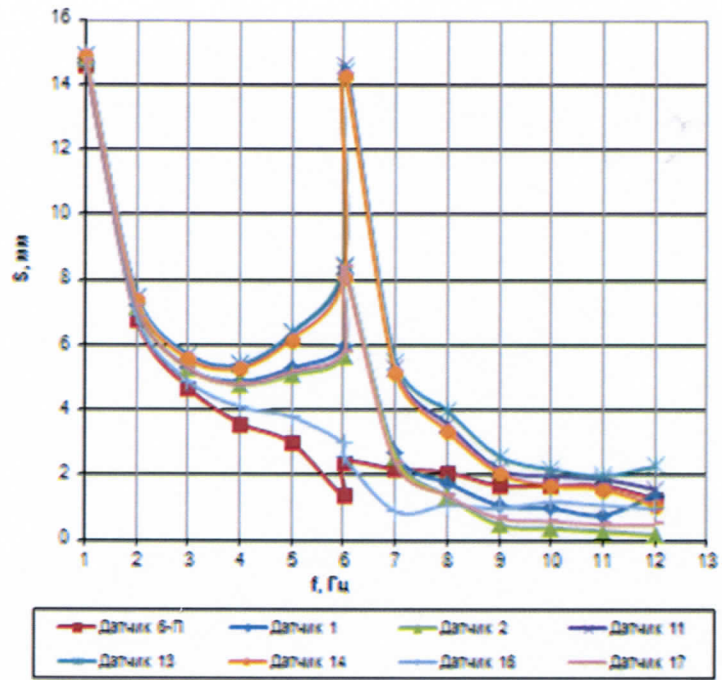


Рисунок 6.6 - Сравнение перемещений виброплатформы (датчик 6) и участков перегородки № 2 (датчики 1, 2, 11, 13, 14, 16-17) в направлении колебаний

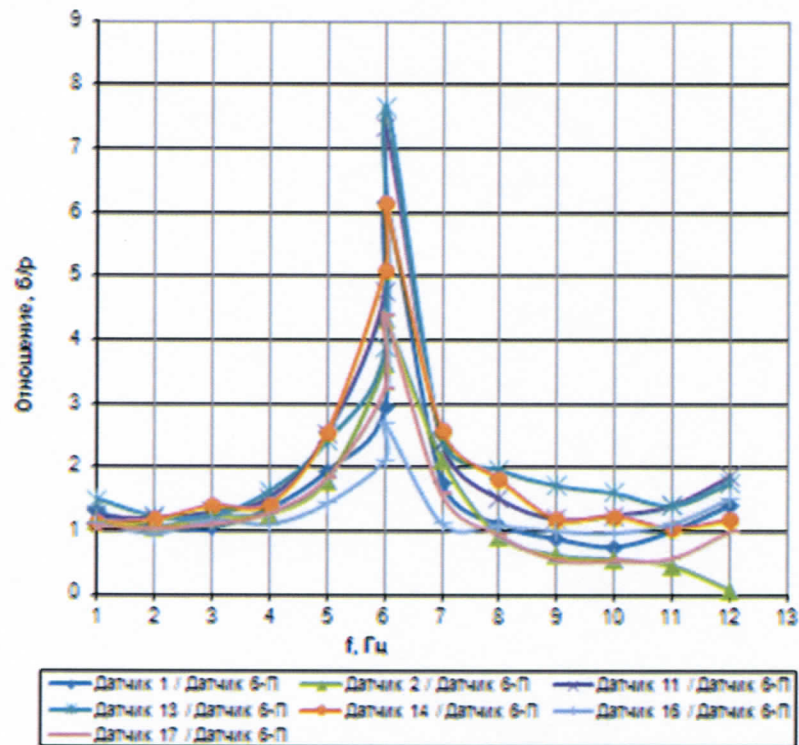


Рисунок 6.7 - Сравнение отношений ускорений виброплатформы (датчик 6) и участков перегородки № 2 (датчики 1, 2, 11, 13, 14, 16-17) в направлении колебаний

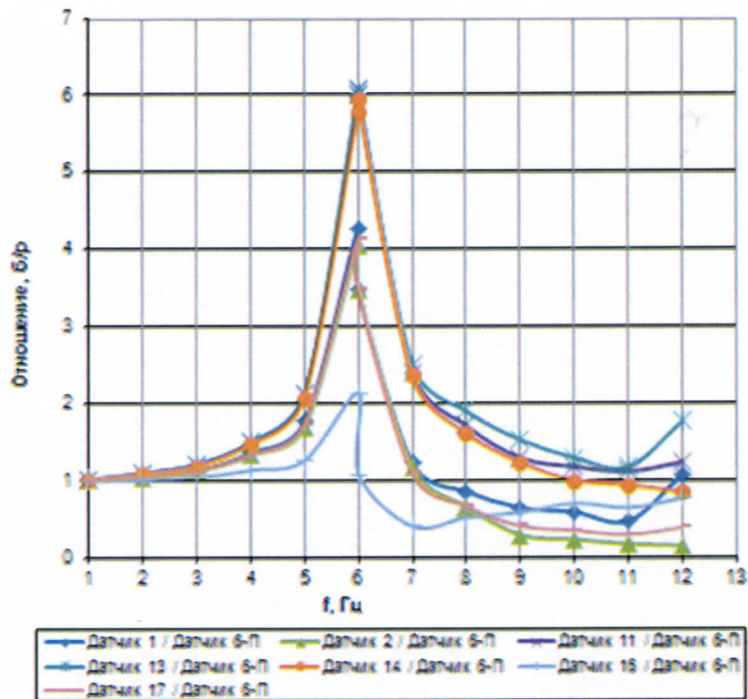


Рисунок 6.8 - Сравнение отношений перемещений виброплатформы (датчик 6) и участков перегородки № 2 (датчики 1, 2, 11, 13, 14, 16-17) в направлении колебаний

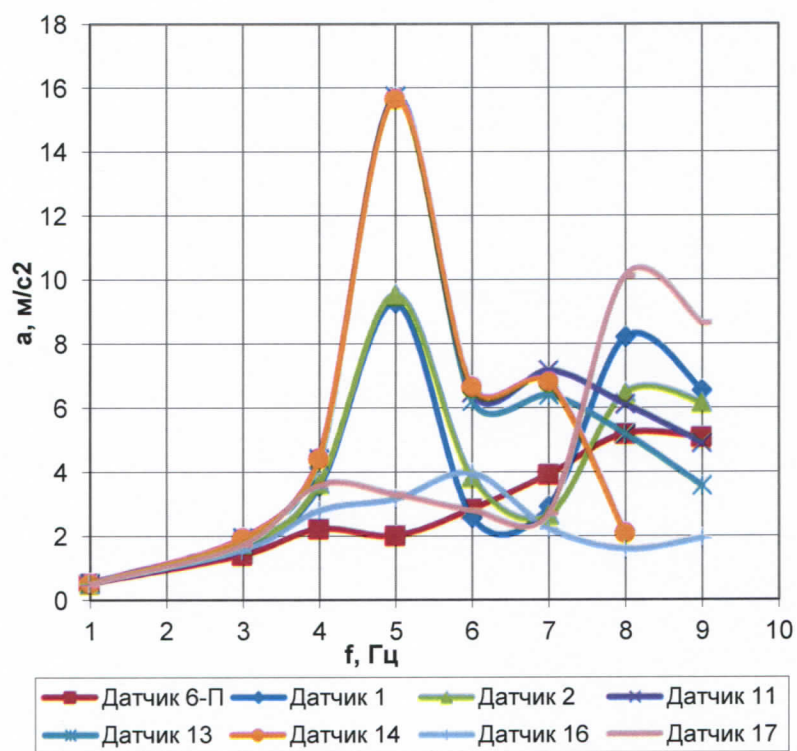


Рисунок 6.9 - Сравнение ускорений виброплатформы (датчик 6) и участков перегородки № 3 (датчики 1, 2, 11, 13, 14, 16-17) в направлении колебаний

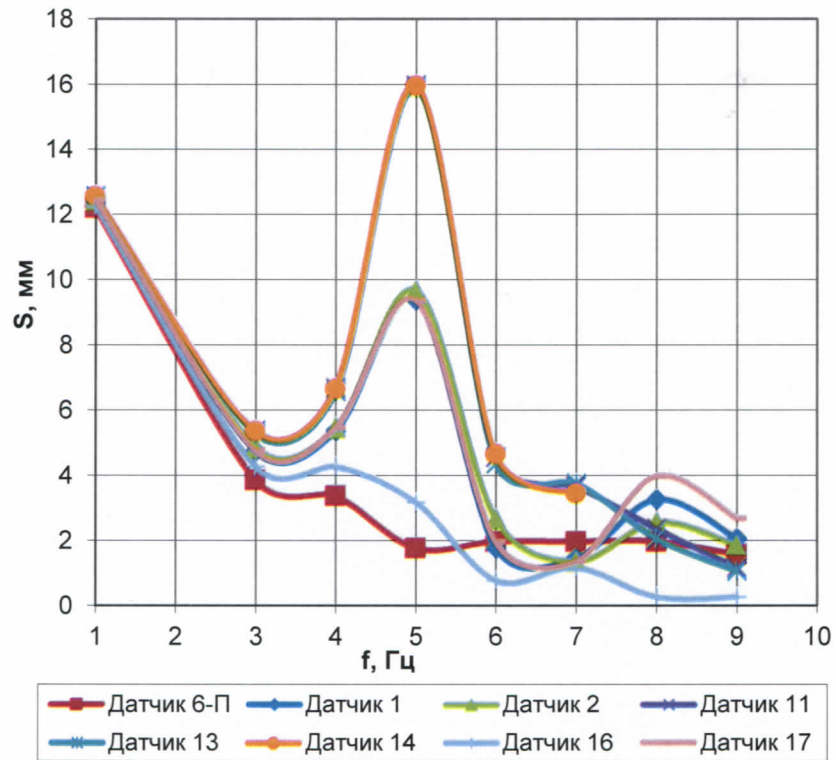


Рисунок 6.10 - Сравнение перемещений виброплатформы (датчик 6) и участков перегородки № 3 (датчики 1, 2, 11, 13, 14, 16-17) в направлении колебаний

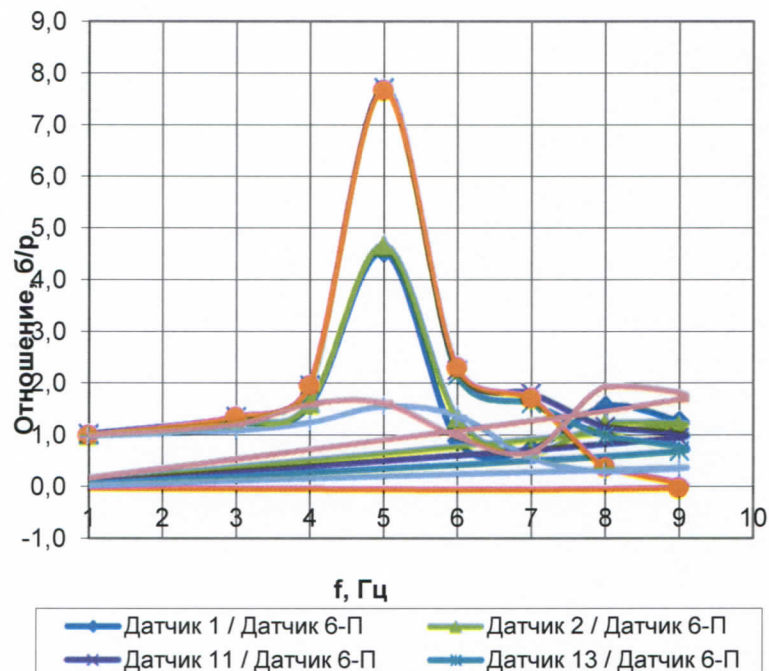


Рисунок 6.11 - Сравнение отношений ускорений виброплатформы (датчик 6) и участков перегородки № 3 (датчики 1, 2, 11, 13, 14, 16-17) в направлении колебаний

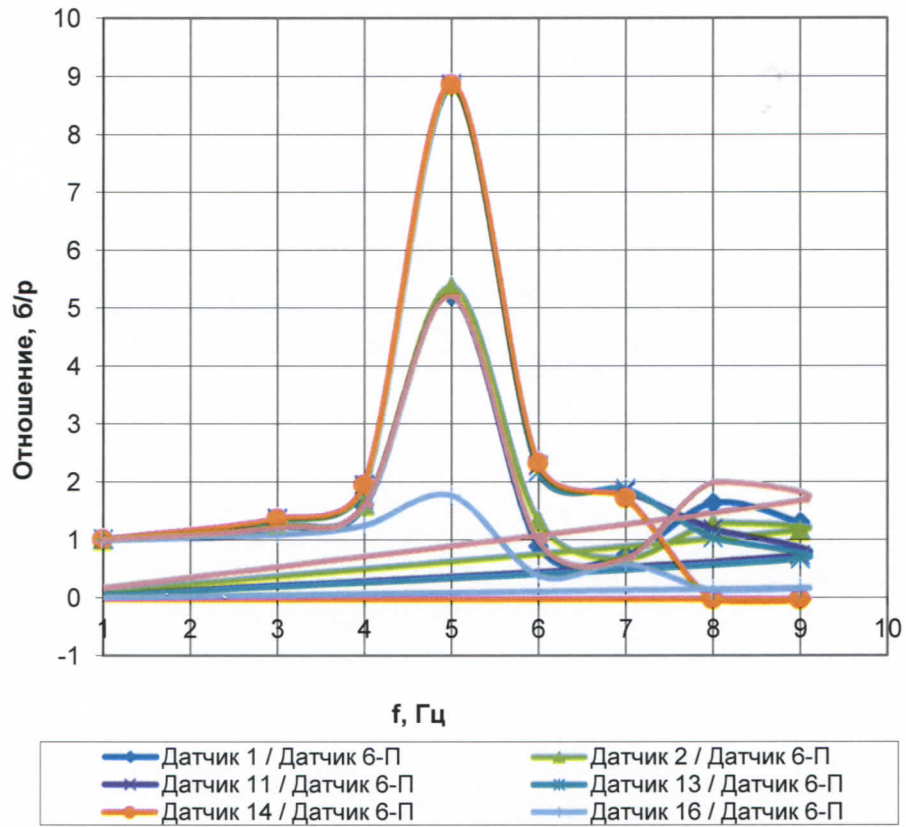


Рисунок 6.12 - Сравнение отношений перемещений виброплатформы (датчик 6) и участков перегородки № 3 (датчики 1, 2, 11, 13, 14, 16-17) в направлении колебаний

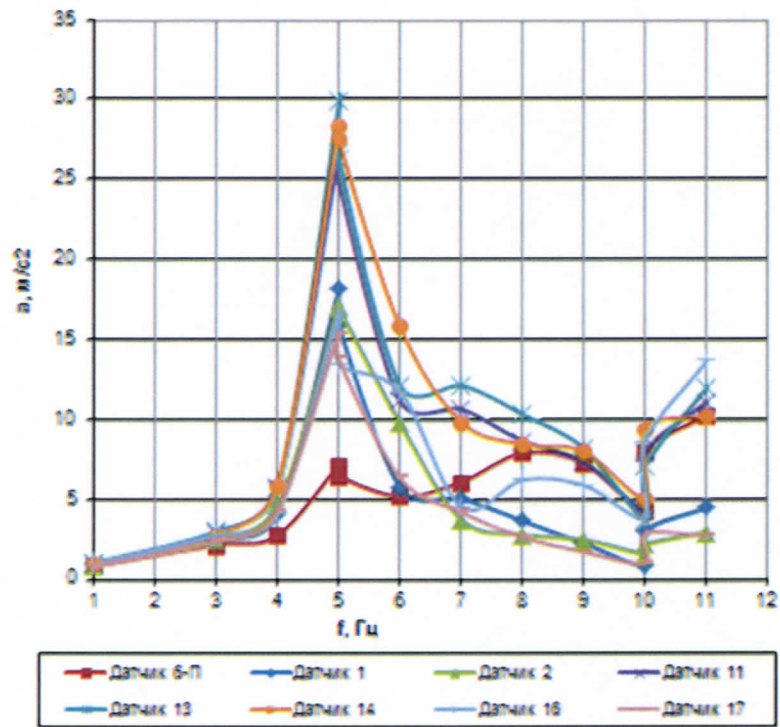


Рисунок 6.13 - Сравнение ускорений виброплатформы (датчик 6) и участков перегородки № 4 (датчики 1, 2, 11, 13, 14, 16-17) в направлении колебаний

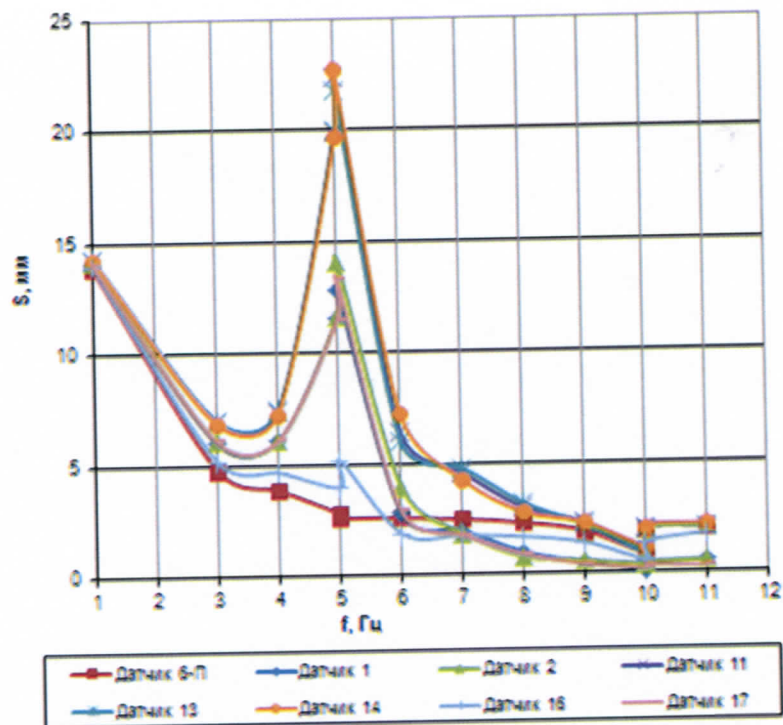


Рисунок 6.14 - Сравнение перемещений виброплатформы (датчик 6) и участков перегородки № 4 (датчики 1, 2, 11, 13, 14, 16-17) в направлении колебаний

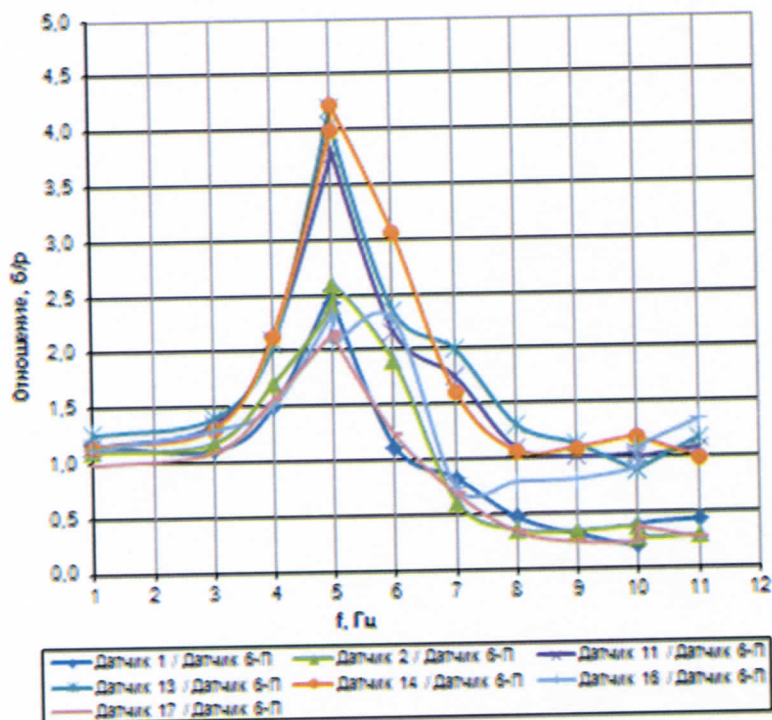


Рисунок 6.15 - Сравнение отношений ускорений виброплатформы (датчик 6) и участков перегородки № 4 (датчики 1, 2, 11, 13, 14, 16-17) в направлении колебаний

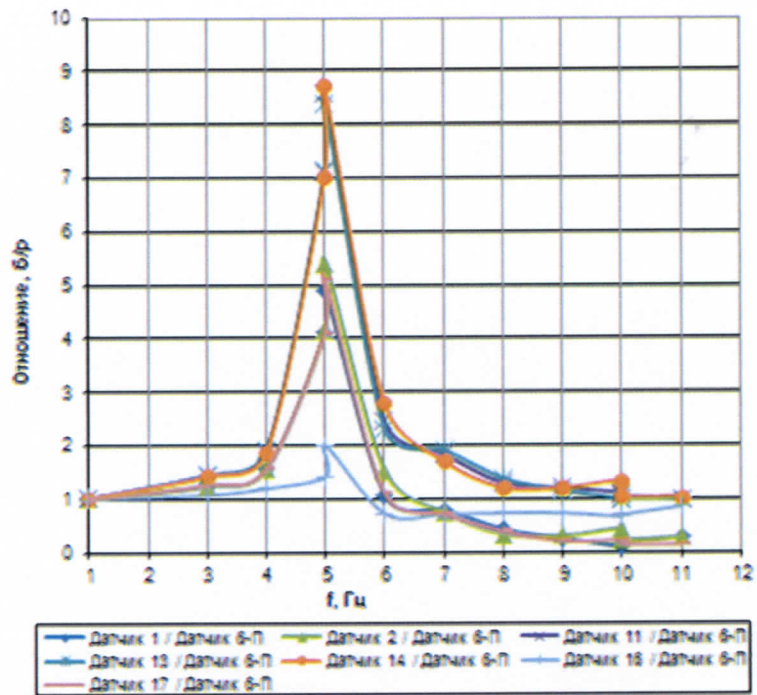
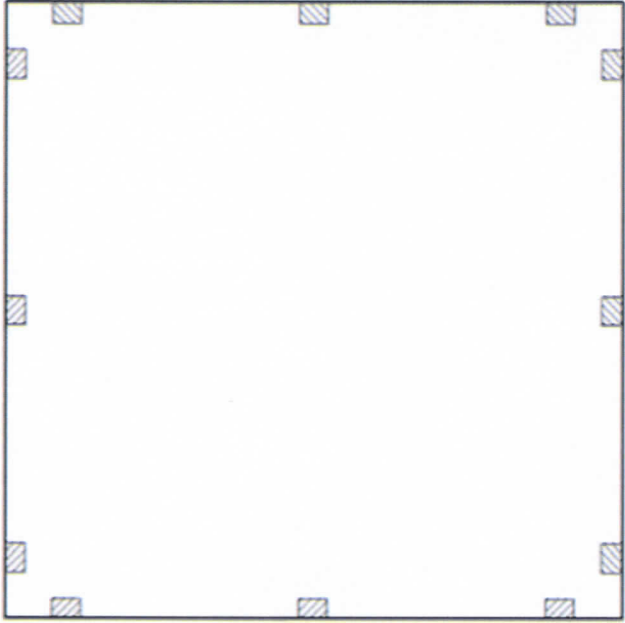
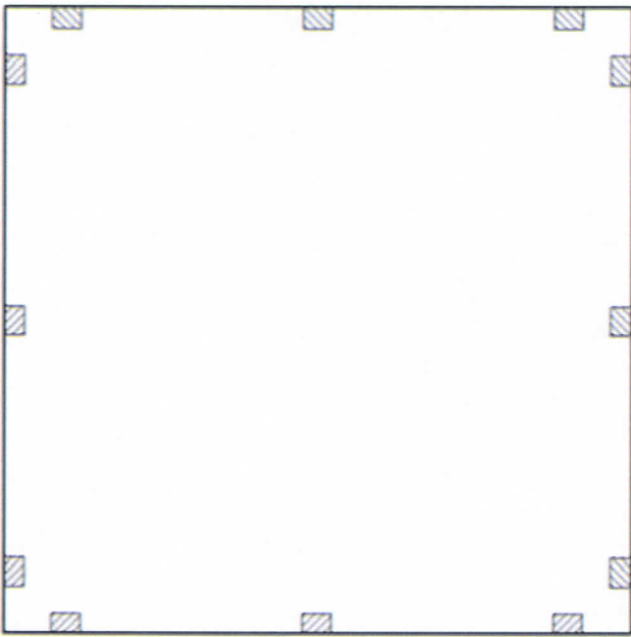

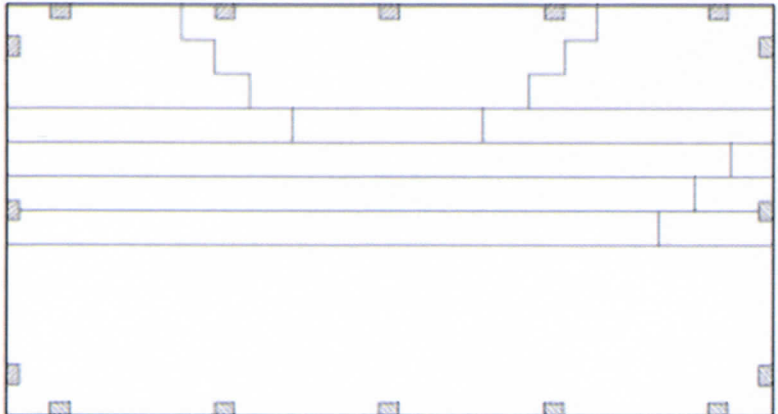
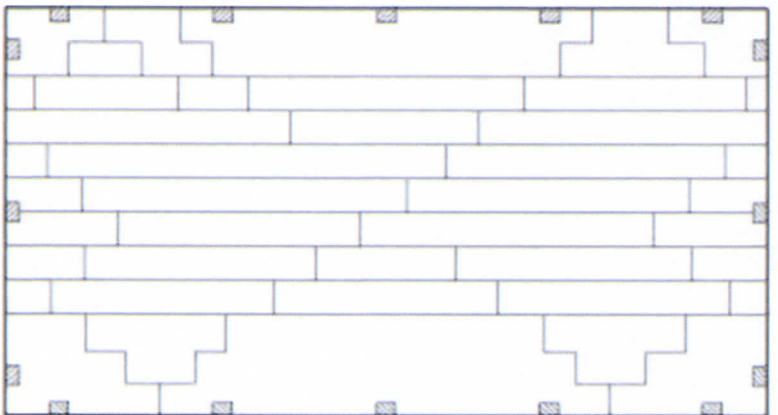
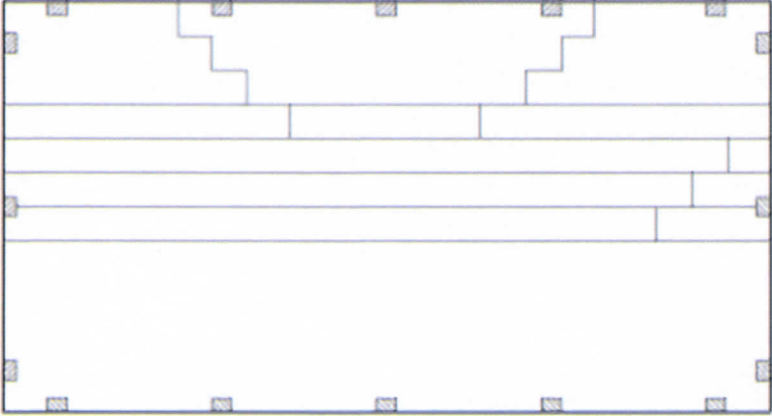
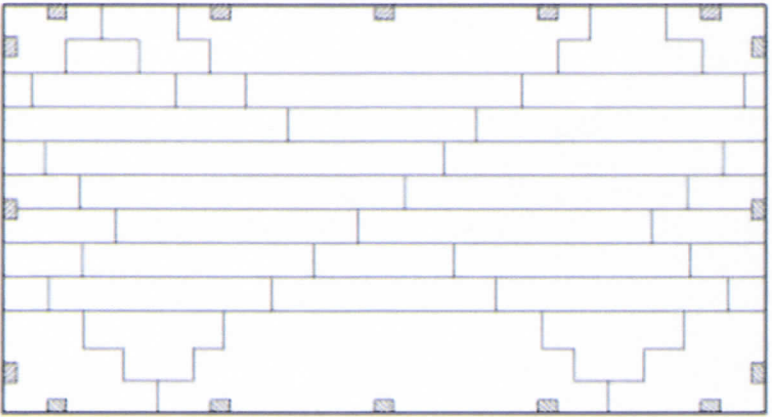


Рисунок 6.16 - Сравнение отношений перемещений виброплатформы (датчик 6) и участков перегородки № 4 (датчики 1, 2, 11, 13, 14, 16-17) в направлении колебаний

6.3 Характер повреждения образцов в процессе испытания

№ образца	Схема повреждений	Частота колебаний	Описание повреждений
1			Повреждения отсутствуют
2			Повреждения отсутствуют

№ образца	Схема повреждений	Частота колебаний	Описание повреждений
3		6Гц	Наблюдались сквозные трещины по всей длине перегородки через 3 ряда кладки.
4		5Гц	Наблюдались сквозные трещины по всей длине перегородки. Развитие трещин в приопорных зонах. Начало распространения трещин по схеме «конверт»
4		4-2Гц	Сквозные трещины по всей длине перегородки распространились на всю высоту перегородки. Трещинам подверглись 90% приопорных зон. Трещины по схеме «конверт» приобрели преобладающий характер.

№ образц а	Схема повреждений	Частот а колебан ий	Описание повреждений
5		6Гц	<p>Наблюдались сквозные трещины по всей длине перегородки. Развитие трещин в приопорных зонах. Начало распространения трещин по схеме «конверт»</p>
5		5-3Гц	<p>Сквозные трещины по всей длине перегородки распространились на всю высоту перегородки. Трещинам подверглись 90% приопорных зон. Трещины по схеме «конверт» приобрели преобладающий характер.</p>

7 ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

На основе анализа результатов испытания кирпичных и газобетонных ненесущих стен (перегородок) без и с усилением базальтопластиковой сеткой производств ООО «РЕХТРОМ-К» на действие нагрузок, моделирующих сейсмические воздействия интенсивностью 7÷9 баллов по шкале MSK-64, можно сделать следующие выводы.

7.3. В соответствии с программой работ были проведены динамические испытания ненесущих стен (перегородок) с размерами 3.0×3.0 и 3.0×5.0 м на оборудовании ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко с использованием следующих кладочных материалов:

- керамический кирпич марки 1.4/100/50 по ГОСТ 530-2007 (в т.ч. пустотелый кирпич);
- газобетонные блоки толщиной 100 мм из бетона класса по прочности на сжатие В2,5 и плотностью D500;
- базальтопластиковая армирующая сетка СБНПс-50(25)-400 с размером ячеек 25×25 мм и разрывным усилием 50 кН/м торговой марки ООО «РЕХТРОМ-К»;
- кладочный цементный раствор марки М100 (для кирпичных стен);
- кладочный клеевой раствор прочностью на сжатие 10 МПа;
- штукатурный цементно-песчаный раствор марки М100.

7.4. Для проведения статических испытаний были изготовлены следующие образцы перегородок:

- **перегородки из керамического кирпича** размером 3.0×3.0 м и толщиной 120 мм (без учета толщины штукатурного слоя). Кладка армировалась горизонтальным армированием с использованием базальтовой сетки шириной 120 мм марки СБНПс-50(25) через 4 ряда по высоте стены, и вертикальной армирующей базальтовой сеткой марки СБНПс-50(25) с двух сторон, на которую наносился штукатурный слой из цементно-песчаного раствора толщиной 10-15 мм;

- **перегородка из керамического кирпича** размером 3.0×3.0 м и толщиной 250 мм (без учета толщины штукатурного слоя). Кладка армировалась горизонтальным армированием с использованием базальтовой сетки (шириной 250 мм) марки СБНПс-50(25) через 4 ряда по высоте стены, и вертикальной армирующей базальтовой сеткой марки СБНПс-50(25) с двух сторон, на которую наносился штукатурный слой из цементно-песчаного раствора толщиной 10-15 мм;
- **перегородка из керамического кирпича** размером 5.0×3.0(Н) м и толщиной 120 мм (без учета толщины штукатурного слоя). Кладка армировалась горизонтальным армированием с использованием базальтовой сетки шириной 120 мм марки СБНПс-50(25) через 4 ряда по высоте стены, и вертикальной армирующей базальтовой сеткой марки СБНПс-50(25) с двух сторон, на которую наносился штукатурный слой из цементно-песчаного раствора толщиной 10-15 мм;
- **перегородки из газобетонных блоков** размером 5.6×3.0(Н) м и толщиной 100 мм (без учета толщины штукатурного слоя). Кладка армировалась базальтовой сеткой торговой марки ООО «РЕХТРОМ-К» через 2 ряда блоков по высоте стены. В качестве вертикальной арматуры использовалась базальтовая сетка СБНПс-50(25). Базальтовая сетка устанавливалась с обеих сторон в слое клея толщиной 5 мм;
- **перегородки из газобетонных блоков** размером 5.6×3.0(Н) м и толщиной 150 мм (без учета толщины штукатурного слоя). Кладка армировалась базальтовой сеткой торговой марки ООО «РЕХТРОМ-К» через 2 ряда блоков по высоте стены. В качестве вертикальной арматуры использовалась базальтовая сетка СБНПс-50(25). Базальтовая сетка устанавливалась с обеих сторон в слое клея толщиной 5 мм;

7.5. В процессе испытаний опытных образцов ускорение виброплатформы по данным акселерометров изменялось при различных режимах ее динамического нагружения в интервале от 0.82 до 10.24 м/с², что более, чем в 2.5 раза превышает нормируемое СНиП II-7-81* «Строительство в

сейсмических районах» значение ускорения ($a=4 \text{ м/с}^2$) при балльности строительной площадки 9 баллов.

7.6. При совпадении собственных частот колебаний образцов с вынужденными частотами колебаний виброплатформы имел место разнос.

При этом:

- в момент резонанса величина перекося не превысила нормируемого значения $h/500$;
- в кирпичных образцах, усиленных базальтовой сеткой, трещин и повреждений в кладке не установлено;
- в образцах стен из газобетонных блоков из-за низкого сцепления клеевого раствора с ячеистым бетоном имело место образование трещин в кладочных швах. При достижении резонансной частоты трещины появились в приопорных зонах. Однако сколов и прогрессирующего разрушения кладки не наблюдалось.

7.7. В разделе 8 настоящего отчета изложены основные требования к технологии возведения перегородок из кирпича и газобетонных блоков, усиленных базальтовой сеткой торговой марки ООО «РЕХТРОМ-К», возводимых в сейсмоопасных регионах РФ с сейсмичностью 7÷9 баллов по шкале MSK-64.

8 ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

8.1. Применение базальтовой сетки торговой марки ООО «РЕХТРОМ-К» для усиления кладки ненесущих стен (перегородок) путем установки ее в горизонтальные швы кладки и при использовании в качестве вертикальной армирующей сетки, оштукатуренной клеевым или цементным раствором, позволяет исключить прогрессирующее их разрушение при землетрясениях.

8.2. На основании проведенных экспериментальных исследований по оценке сейсмостойкости перегородок из керамического кирпича и ячеистобетонных боков, усиленных базальтовой сеткой в горизонтальных

рядах кладки и метолом внешнего армирования по проектным решениям ЦНИИСК им. В.А Кучеренко, базальтовая сетка марки СБНПс-50(25)-400 фирмы ООО «РЕХТРОМ-К» рекомендуется для применения в качестве армирующего материала для усиления ненесущих стен (перегородок) в зданиях высотой до 16 этажей включительно в районах с сейсмичностью 7÷9 баллов по шкале MSK-64. При этом должны соблюдаться требования СТО 5952-022-98214589-2013, предъявляемые к базальтовой сетке.

9 ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ИЗГОТОВЛЕНИЮ И МОНТАЖУ ПЕРЕГОРОДОК

9.1 Перегородки из кирпича

Возведение ненесущих стен (перегородок) из кирпича должно производиться в соответствии с СП 15.13330.2012 «Каменные и армокаменные конструкции» актуализированная редакция СНиП II-22-81* и СП 14.13330.2014 «Строительство в сейсмических районах» актуализированная редакция СНиП II-7-81* «Строительство в сейсмических районах» с учетом изменений и дополнений, изложенных ниже.

В качестве материала кладки использовать кирпич марки не ниже М100 с отверстиями не более 16мм.

Крепления перегородки, обеспечивающие устойчивость перегородок из плоскости, должны крепиться по высоте – в 3 точках, к перекрытию – с шагом 1200 мм. Крепления должны быть жесткими.

В качестве горизонтальной арматуры в перегородках использовать сетку базальтовую строительную СБНПс-50 (25)-400 шириной 120мм и 250мм для кладки толщиной 120мм и 250мм соответственно.

Длину горизонтального армирования принять на 2 см больше длины перегородки.

Горизонтальную сетку укладывать через каждые 4 ряда кладки, но не более чем через 390 мм.

Поверх последнего ряда кладки также уложить горизонтальную сетку в слое цементно-песчаного раствора.

В качестве вертикальной арматуры в перегородках использовать сетку базальтовую строительную СБНПс-50 (25)-400.

Длина и ширина вертикального армирования должны быть на 2 см больше габаритных размеров перегородки.

В случае, если размеры сетки меньше габаритных размеров усиливаемой перегородки, необходимо устраивать вертикальное армирование из двух и более полотен базальтовой сетки с перехлестом 300 мм.

Вертикальное армирование необходимо устраивать с обеих сторон.

Оштукатуривание перегородки производить с двух сторон поверх вертикальной армирующей сетки слоем цементно-песчаного раствора марки М100 толщиной 20мм.

При толщине перегородки 120мм (включительно) необходимо устраивать фахверковые стойки через каждые 5,6 м.

При толщине перегородки 250 мм необходимо устраивать фахверковые стойки через каждые 6 м.

Высота перегородок, усиленных базальтовой сеткой не должна превышать при расчетной сейсмичности 7, 8 и 9 баллов 5, 4 и 3,5 м соответственно.

9.2 Перегородки из газобетонных блоков

Возведение ненесущих стен (перегородок) из газобетонных блоков должно производиться в соответствии с СП 15.13330.2012 «Каменные и армокаменные конструкции» актуализированная редакция СНиП II-22-81* и СП 14.13330.2014 «Строительство в сейсмических районах» актуализированная редакция СНиП II-7-81* «Строительство в сейсмических районах» с учетом изменений и дополнений, изложенных ниже.

В качестве материала кладки использовать газобетонные блоки классом по прочности на сжатие не ниже В2,5 и маркой по плотности не ниже Д500.

Крепления перегородки, обеспечивающие устойчивость перегородок из плоскости, должны крепиться по высоте – в 3 точках, к перекрытию – с шагом 1200 мм. Крепления должны быть жесткими.

В качестве кладочного раствора использовать клей для газобетонных блоков прочностью на сжатие не менее 10 МПа.

В качестве горизонтальной арматуры в перегородках использовать сетку базальтовую строительную СБНПс-50 (25)-400 шириной равной ширине кладки.

Длина горизонтального армирования должны быть на 2 см длины перегородки.

Горизонтальную сетку укладывать через каждые 2 ряда кладки, но не более чем через 500мм.

Поверх последнего ряда кладки также уложить горизонтальную сетку в слое клея.

В качестве вертикальной арматуры в перегородках использовать сетку базальтовую строительную СБНПс-50 (25)-400.

Длина и ширина вертикального армирования должны быть на 2 см больше габаритных размеров перегородки.

В случае если размеры сетки меньше габаритных размеров усиливаемой перегородки, необходимо устраивать вертикальное армирование из двух и более полотен базальтовой сетки с перехлестом 300 мм.

Вертикальные армирующие сетки необходимо устраивать с обеих сторон.

Оштукатуривание перегородки необходимо производить в несколько этапов:

- на выложенную перегородку нанести толщиной в 1мм подготовительный слой клея;

- не позже чем через 5 часов необходимо закрепить вертикальное армирование и произвести оштукатуривание слоем клея толщиной, не менее толщины вертикального армирования (5-10мм);

- по прошествии 24 часов необходимо нанести поверх оштукатуренной поверхности еще один слой толщиной в 1мм.

При толщине перегородки до 150мм (включительно) необходимо устраивать фахверковые стойки через каждые 5,6 м.

При толщине перегородки более 150 мм необходимо устраивать фахверковые стойки через каждые 6 м.

Возведение перегородок из газобетонных блоков толщиной менее 100, усиленных базальтовой сеткой допускается только при сейсмичности площадки равной 7 баллов по шкале MSK-64.

Высота перегородок, усиленных базальтовой сеткой не должна превышать при расчетной сейсмичности 7, 8 и 9 баллов 5, 4 и 3,5 м соответственно.

10 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведенных экспериментальных исследований кирпичных и газобетонных перегородок, выполненных с усилением базальтовой строительной сеткой по проектным решениям ЦИСС ЦНИИСК им В.А. Кучеренко, считаем возможным применение сетки базальтовой строительной СБНПс-50 (25)-400 торговой марки ООО "REXTROM-K" в качестве армирующего материала для усиления несущих стен (перегородок) в районах с сейсмичностью 7 - 9 баллов по шкале MSK-64 в зданиях до 16 этажей включительно при соблюдении дополнительных требований настоящего отчета.

Зав. ЛЭИМПСС

 И.М. Семенов

Инженер

 М.Р. Чупанов

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

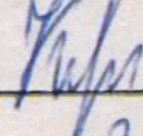
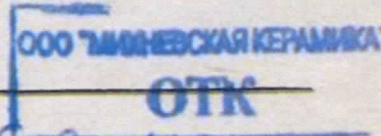
1. MSK-64. Шкала сейсмической интенсивности MSK. 1964.
2. СНиП II-7-81*. Строительство в сейсмических районах». М., 2004 г.
3. СНиП II-22-81*. Каменные и армокаменные конструкции. М., 2004 г.
4. Назаров А.Г., С.С. Дарбинян. Шкала для определения интенсивности сильных землетрясений на количественной основе. // В. кн.: Сейсмическая шкала и методы измерения сейсмической интенсивности. Академия наук СССР. Междуведомственный совет по сейсмологии и сейсмостойкому строительству (МСССС) при президиуме АН СССР. М.: Наука, 1975.
5. Методические рекомендации по инженерному анализу последствий землетрясений. ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко ГОССТРОЯ СССР. - М., 1980, 62 с.
6. Поляков СВ., «Сейсмостойкие конструкции зданий», Изд. «Высшая школа», М., 1969г., 335 с.
7. Корчинский И.Л. и др., «Сейсмостойкое строительство зданий», Изд. «Высшая школа», М., 1971г., 319 с.
8. Карапетян Б.К. «Колебание сооружений, возведенных в Армении», Изд. «Айостан», Ереван, 1967.
9. Корчинский И.Л., Беченева Г.В. «Прочность строительных материалов при динамических нагрузениях», Стройиздат, М., 1966г.

Паспорт изделия

ООО «Михневская керамика»
М.О., пос. Михнево, ул. Донбасская, 93
Тел./факс: 8-(496)-64-66-1-92
Отдел сбыта: 8-(495)-545-58-38

ПАСПОРТ

Кирпич ГОСТ 530-2007 КУРПу 1,4НФ/ 100/50
 Номер партии 2 У380ЕР
 В количестве 2880 шт.
 Средний предел прочности
 при сжатии, не менее, МПа..... **10,0**
 Средний предел прочности
 при изгибе, не менее МПа..... **1,8**
 Марка **100**
 Вес, не более, кг..... **3,4**
 Класс средней плотности, кг/м³..... **1,2-1,4**
 Водопоглощение, % **6-14**
 Морозостойкость, циклов **35-50**
 Теплопроводность, Вт/м²С **0,34-0,36**
 Аэфф., не более , Бк/кг **370**

Начальник ОТК  
 Дата 28.03.14

Паспорт качества.

Изделия стеновые неармированные из ячеистого бетона автоклавного твердения.

ГОСТ 31360-2007.

№ 7 от «05» ноября 2013г.

Наименование и адрес предприятия изготовителя: ООО «Комбинат стеновых материалов Кубани». Краснодарский край, Динской район, Васюринское сельское поселение, автодорога Темрюк-Краснодар-Кропоткин, 184+340 км, промзона №10/1

Назначение изделий: строительный стеновой материал конструкционно-теплоизоляционный

Потребитель ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко

№ накладной 5

Условное обозначение	ВКБлок I / 600 x 150 x 250 / D500 / B2,5 / F35 ГОСТ 31360-2007	ВКБлок I / 625 x 100 x 250 / D500 / B2,5 / F35 ГОСТ 31360-2007	ВКБлок I / 625 x <u> </u> x 250 / D600 / B3,5 / F35 ГОСТ 31360-2007	ВКБлок I / 625 x <u> </u> x 250 / D600 / B3,5 / F35 ГОСТ 31360-2007
Номер партии	<u>332</u>	<u>332</u>	<u>—</u>	<u>—</u>
Объем поставляемой партии	<u>21 м³</u>	<u>21 м³</u>	<u>—</u>	<u>—</u>

Плотность: D500

Класс по прочности: B2,5

Требуемая прочность в анализируемом периоде: Rm = 2,82 МПа

Теплопроводность материала, (в сухом состоянии): 0,14 Вт/м С

Паропроницаемость материала: 0,16 мг/м² ч Па

Морозостойкость: F35

Усадка при высыхании: 0,5 мм/м

Удельная эффективная активность естественных радионуклидов (санитарно-эпидемиологическое заключение №23.КК.02.570.П.001711.05.10 от 05.05.2010 г.)

Aэфф. не более 370,0 Бк/кг

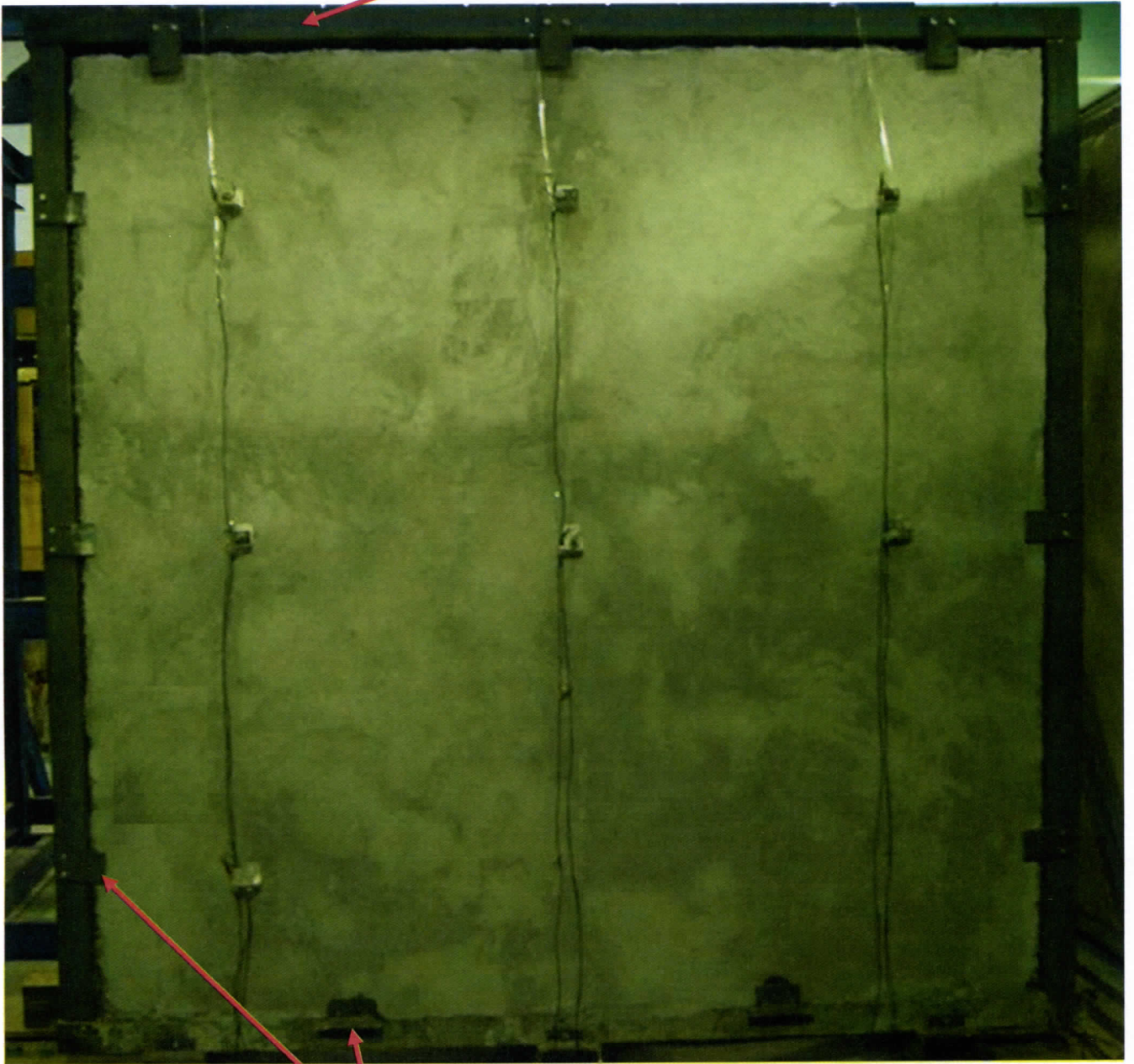
Контролер стеновых и вяжущих материалов Гутник О.А.

Кладовщик Кузянина Е.И.



Монтаж образцов

Металлическое
обрамление



Прижимы

Рисунок В.1 - Общий вид перегородки в сборе с обрамлением

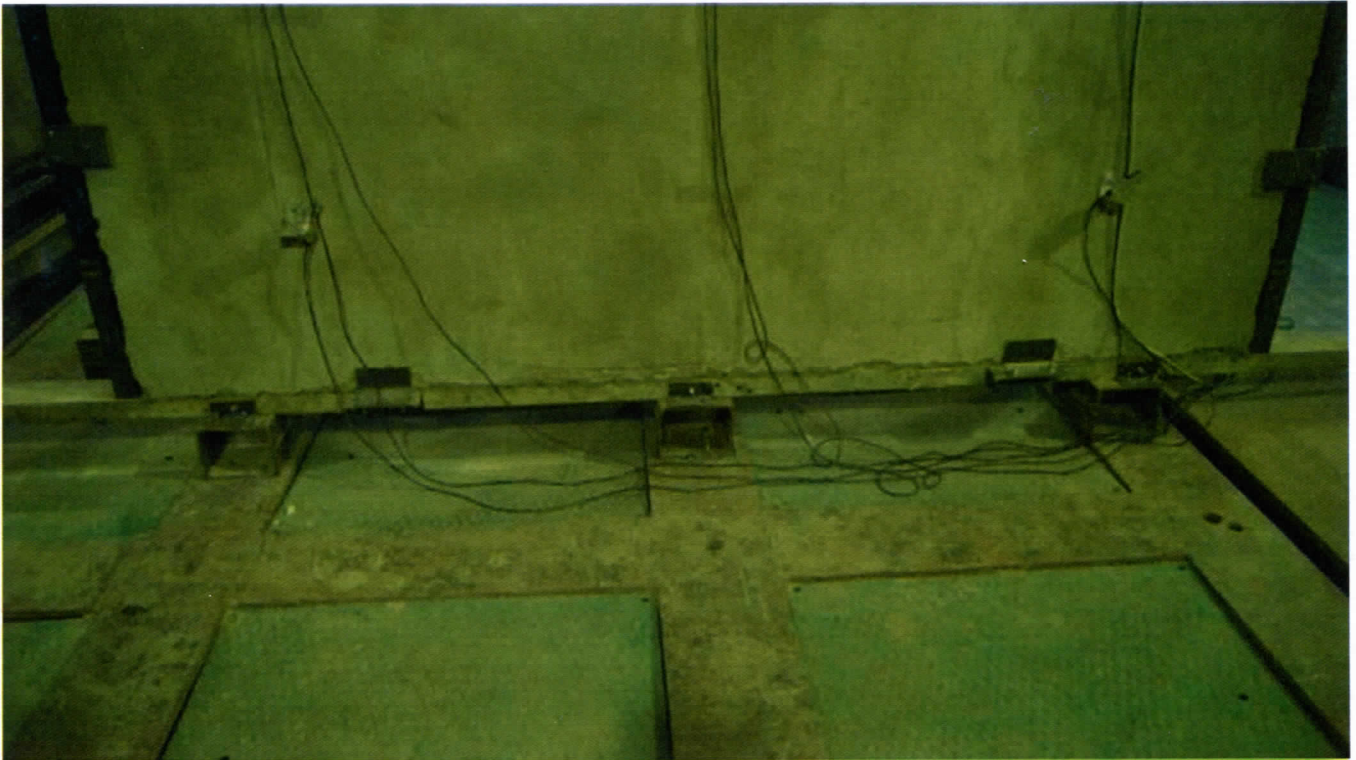
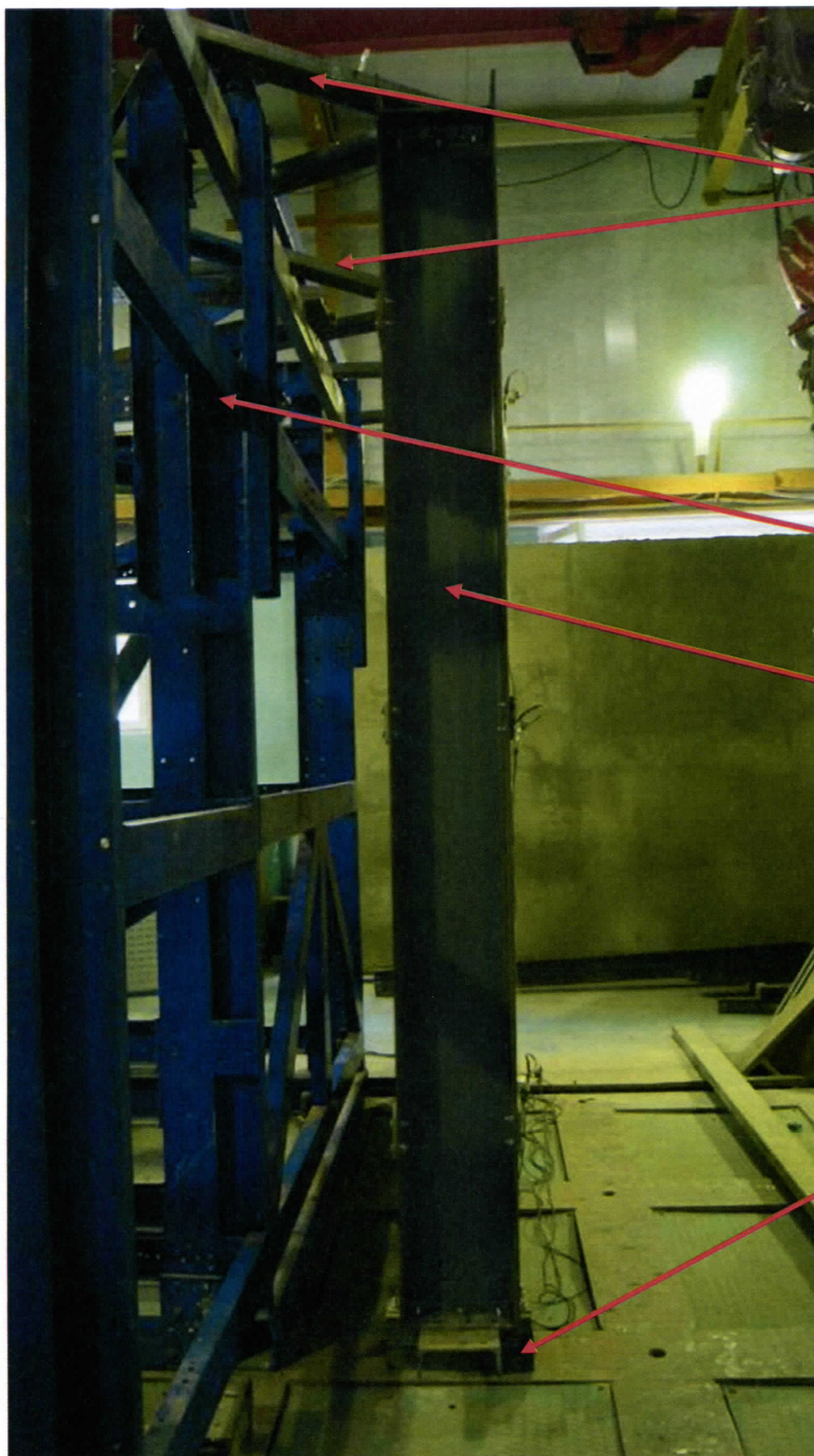


Рисунок В.2 - Схема крепления металлического обрамления к виброплатформе



Рисунок В.3 - Прижимная пластина



Металлическая ферма, закрепляющая верхний пояс обрамления перегородки

Металлическая рама

Металлическое

Металлические подставки, закрепляющие нижний пояс обрамления перегородки

Рисунок В.4 - Схема крепления обрамления к металлической раме

Схема расстановки датчиков на образцах

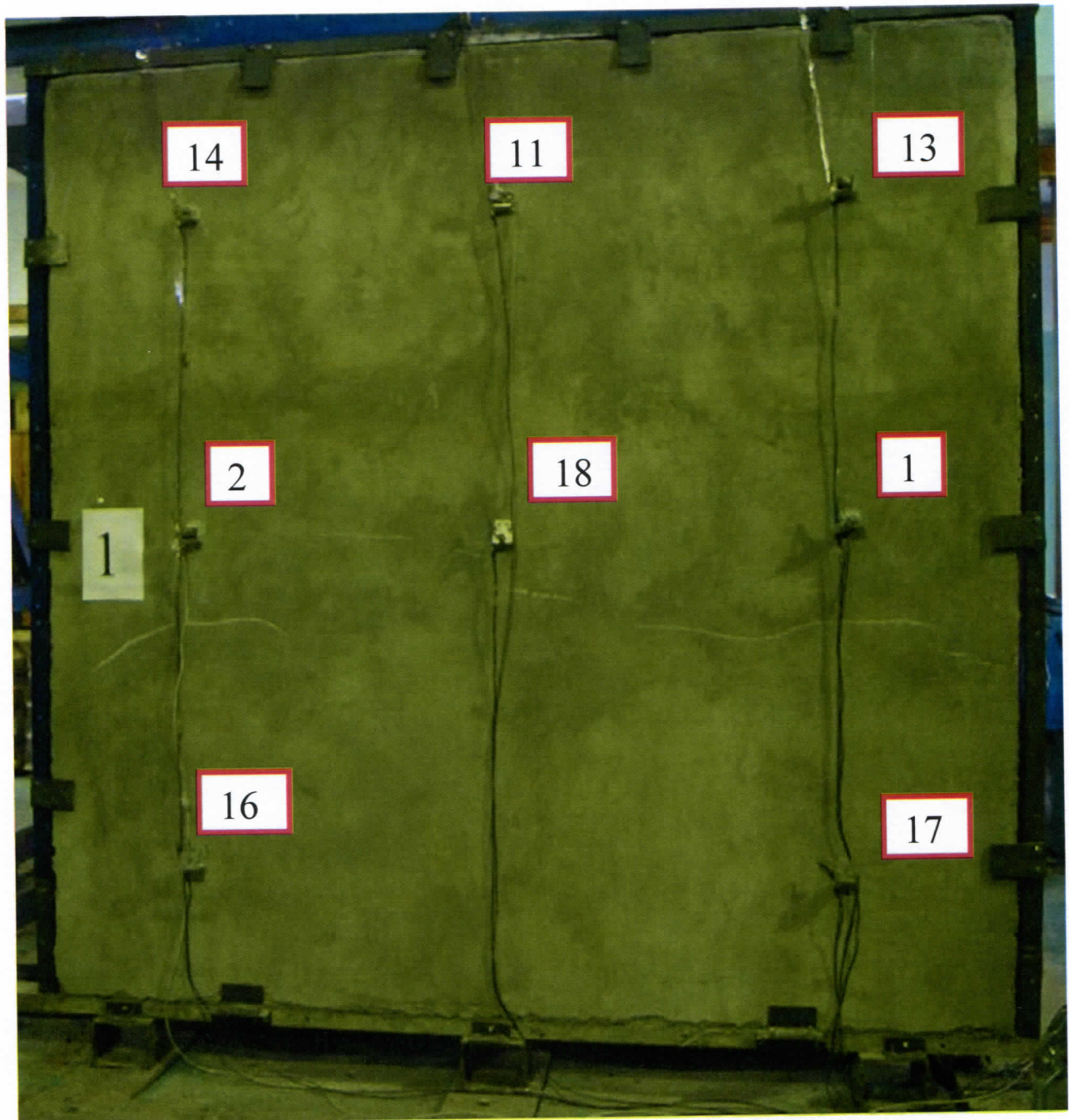


Рисунок Г.1 - Схема расстановки датчиков на перегородке №1

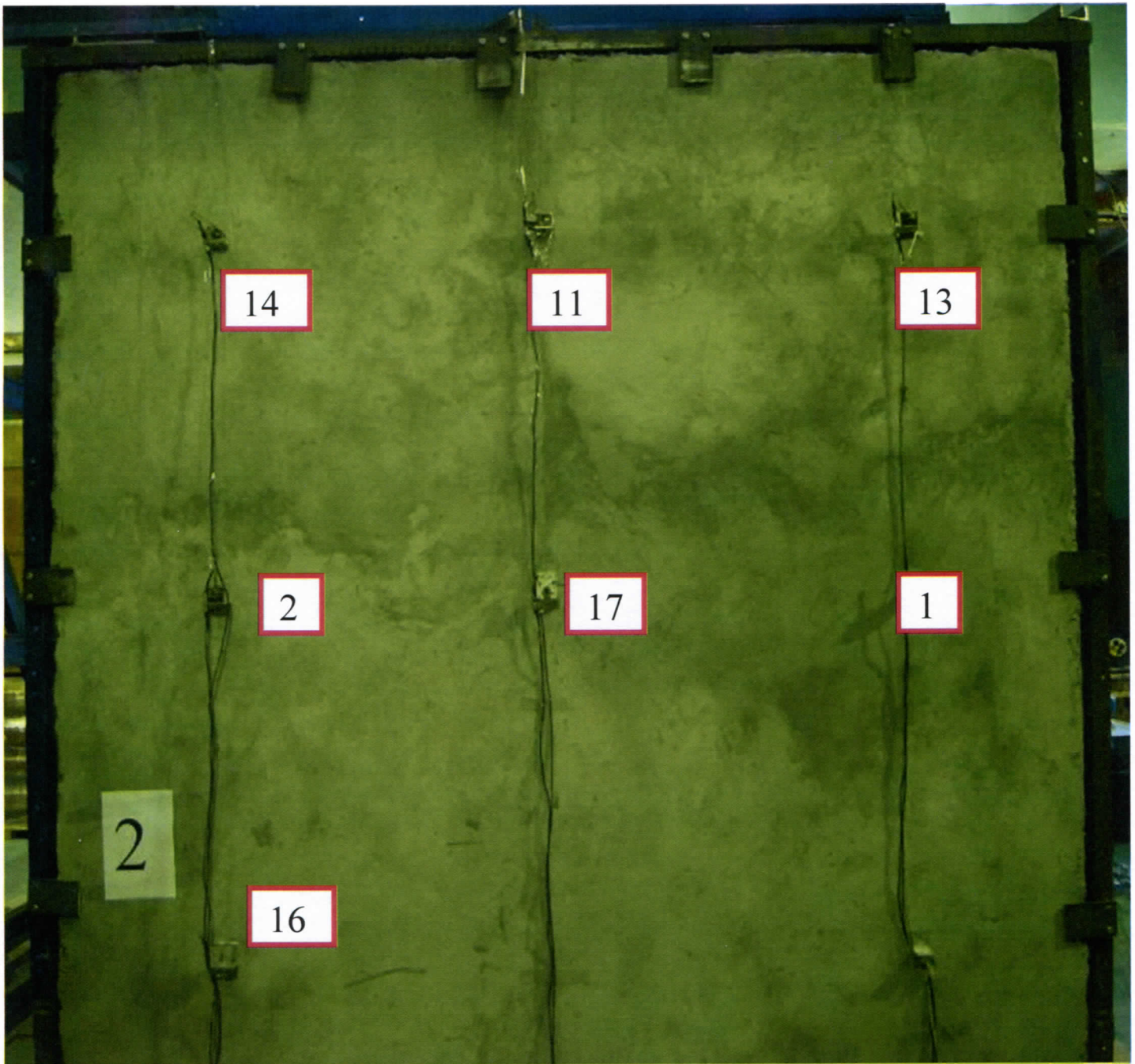


Рисунок Г.2 - Схема расстановки датчиков на перегородке №2

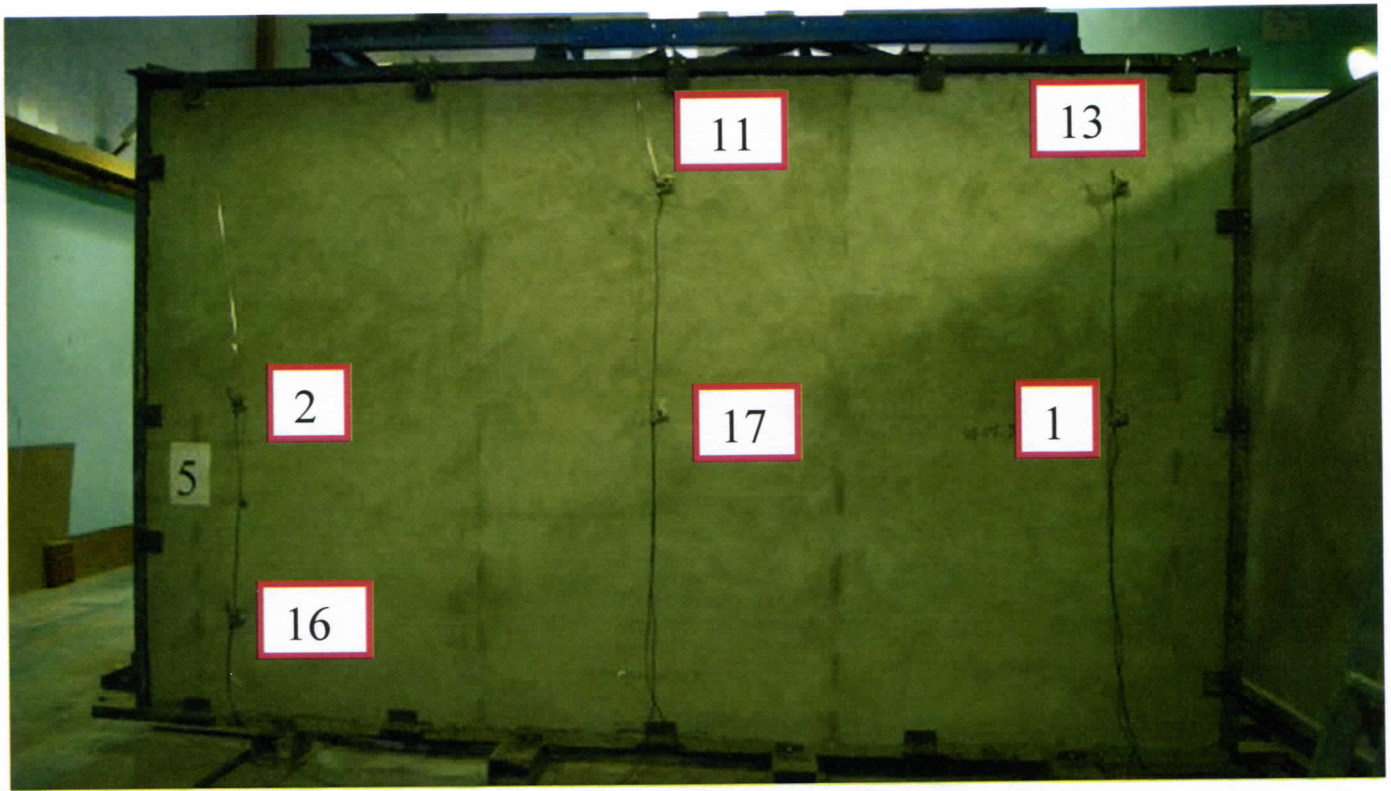


Рисунок Г.3 - Схема расстановки датчиков на перегородке №3

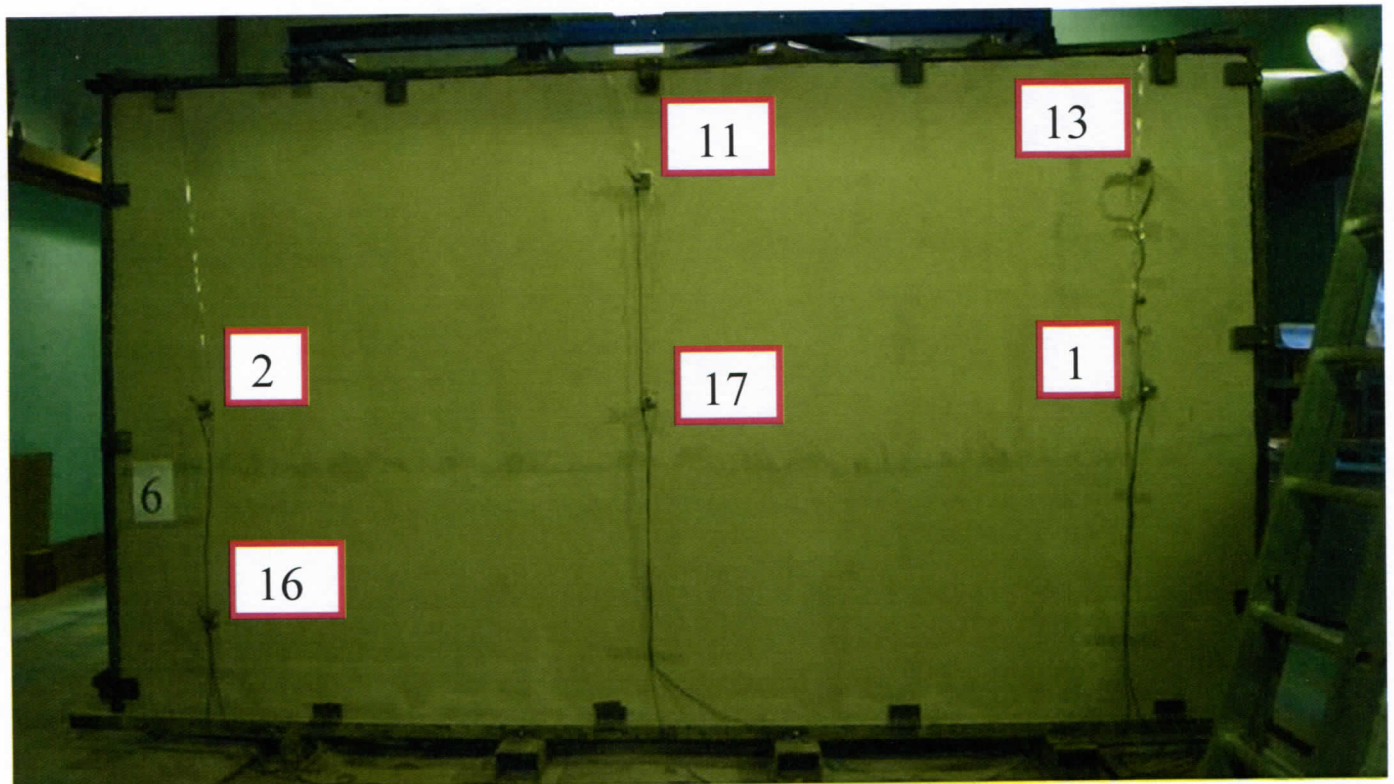


Рисунок Г.4 - Схема расстановки датчиков на перегородке №4

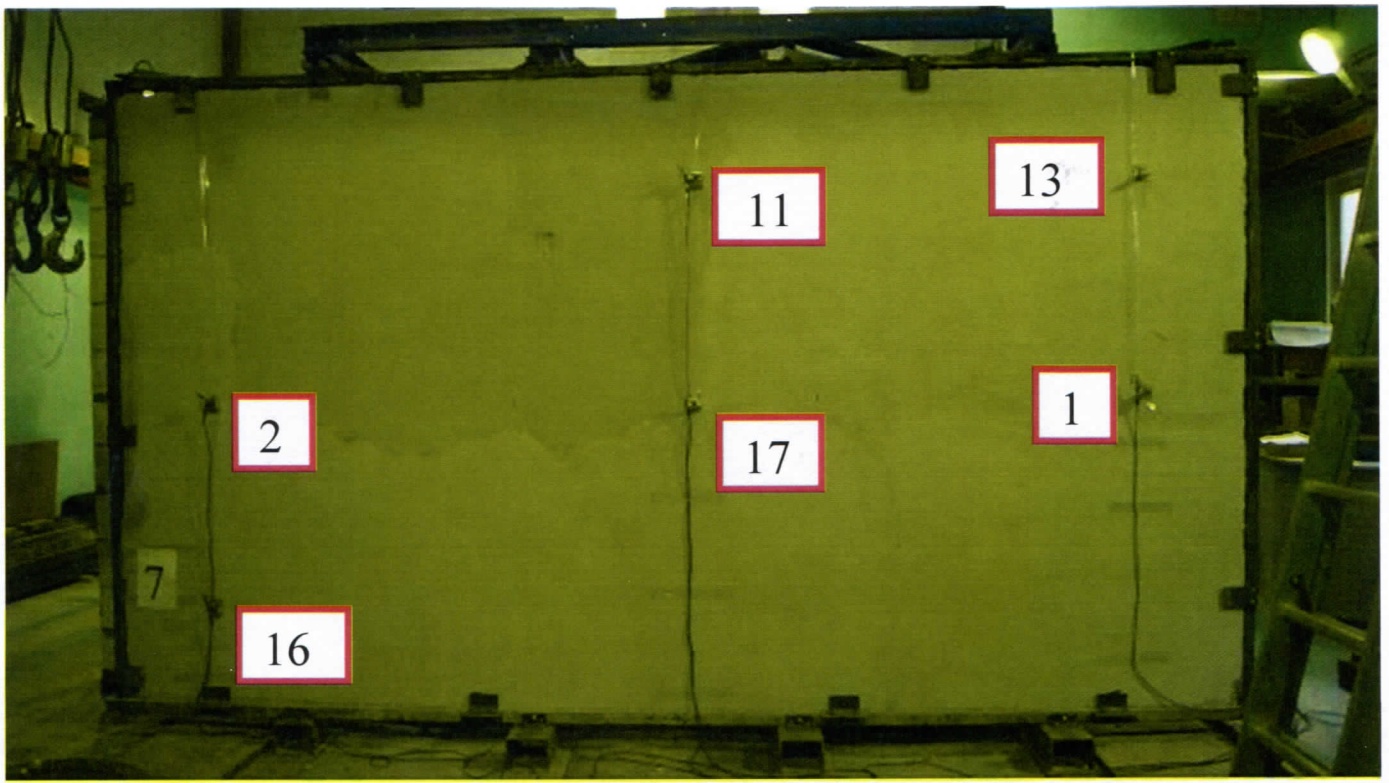


Рисунок Г.5 - Схема расстановки датчиков на перегородке №5